

HISTOIRE
DE
L'ACADEMIE
ROYALE
DES SCIENCES.

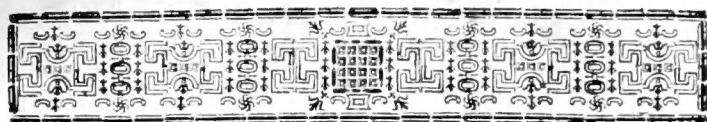
ANNÉE M. DCCXXXVIII.

Avec les Mémoires de Mathématique & de Physique,
pour la même Année,
Tirés des Registres de cette Académie.



A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCXL.



T A B L E

P O U R

L' H I S T O I R E.

PHYSIQUE GÉNÉRALE.

<i>Sur la vitesse du Son.</i>	Page 1
<i>Observations de Physique générale.</i>	36

A N A T O M I E.

<i>Observations Anatomiques.</i>	39
----------------------------------	----

C H I M I E.

<i>Sur l'Étain.</i>	49
<i>Sur du Sel de Glauber trouvé dans le Vitriol.</i>	52

B O T A N I Q U E.

<i>Sur l'augmentation de la force du Bois de service.</i>	54
---	----

A R I T H M E T I Q U E.

* ij

T A B L E.

G E O M E T R I E. 60

A S T R O N O M I E.

<i>Sur l'excentricité de la Terre & des Planetes inférieures.</i>	65
<i>Sur le mouvement des Fixes.</i>	70
<i>Sur l'Observation du Solstice d'E'té de 1738.</i>	75
<i>Sur la Parallaxe du Soleil.</i>	77

C H R O N O L O G I E. 81

O P T I Q U E.

<i>Sur la Réflexion, la Réfraction & la Diffraction de la Lumière.</i>	82
--	----

M E C H A N I Q U E.

<i>Sur l'action d'une Balle de Mousquet qui peut percer un Corps solide sans le mouvoir sensiblement.</i>	98
<i>Sur le confluent ou jonction des Rivières.</i>	101
<i>E'loge de M. Boërhaave.</i>	105





T A B L E

P O U R

L E S M E M O I R E S.

TROISIÈME PARTIE des Recherches Physico-Mathématiques sur la Réflexion des Corps. Par M. DE MAIRAN. Page 1

DE LA RÉFRACTION PARTICULIERE, ou des différents degrés de Réfrangibilité de la Lumière, & de ses Couleurs. 8

Sur la différente figure des corpuscules de la Lumière. 9

Sur la différente masse ou grosseur des Globules de la Lumière. 12

Sur les différentes Rotations des Globules de la Lumière. 13

Des différentes vitesses des Globules de la Lumière. 23

Des vitesses de la Lumière, conjointement avec ses Couleurs. 26

Des vitesses de la Lumière par rapport à sa Réflexibilité & à la force réfléchissante des milieux. 37

Limites & rapports des différentes vitesses de la Lumière, en tant qu'elles se manifestent par les différentes Couleurs. 41

De l'Analogie particulière des sept Couleurs du Spectre, avec les sept Tons de Musique. 44

De la distinction marquée des sept Couleurs du Spectre, & de leurs latitudes. 47

DE LA DIFFRACTION. 53

Remarques & Eclaircissements par l'Anatomie comparée, sur plusieurs articles de la seconde Partie du Traité de Borelli, de Motu Animalium, imprimé à Rome 1681. Premier Mémoire. Par M. WINSLOW. 65

T A B L E.

<i>Sur le Cas irréductible du troisième degré.</i> Par M. NICOLE.	97
<i>De l'Étain. Premier Mémoire.</i> Par M. GEOFFROY.	103
<i>Sur la Propagation du Son.</i> Par M. CASSINI DE THURY.	128
<i>Sur l'action d'une Balle de Mousquet, qui perce une pièce de Bois d'une épaisseur considérable sans lui communiquer de vitesse sensible.</i> Par M. CAMUS.	147
<i>Des Centres d'Oscillation dans des Milieux résistants.</i> Par M. CLAIRAUT.	159
<i>Moyen facile d'augmenter la solidité, la force & la durée du Bois.</i> Par M. DE BUFFON.	169
<i>Méthode pour déterminer par observation, l'excentricité de la Terre, & celle des Planètes inférieures.</i> Par M. GRANDJEAN DE FOUCHY.	185
<i>Manière de préparer les Extraits de certaines Plantes.</i> Par M. GEOFFROY.	193
<i>Recherches sur la hauteur du Pole de Paris.</i> Par M. LE MONNIER le Fils.	209
<i>Sur l'Arbre du Quinquina.</i> Par M. DE LA CONDAMINE.	226
<i>Sur les Équations du troisième degré.</i> Par M. NICOLE.	244
<i>Sur les Monstres. Premier Mémoire, dans lequel on examine quelle est la cause immédiate des Monstres.</i> Par M. LÉMERY.	260

T A B L E.

<i>Du mouvement apparent des Etoiles fixes en Longitude.</i> Par M. CASSINI.	273
<i>Sur du Sel de Glauber trouvé dans le Vitriol sans addition de matière étrangere.</i> Par M. HELLOT.	288
<i>Remarques sur la jonction ou confluent des Rivières.</i> Par M. PITOT.	299
<i>Eclipses d'Aldebaran par la Lune, observées à Paris pendant l'année 1738.</i> Par M. LE MONNIER le Fils.	303
<i>Second Mémoire sur les Monstres.</i> Par M. LÉMERY.	305
<i>Des Variations que l'on observe dans la situation & dans le mouvement de diverses Etoiles fixes.</i> Par M. CASSINI.	331
<i>Méthode de déterminer la Parallaxe du Soleil par observation immédiate.</i> Par M. GODIN.	347
<i>Sur le Solstice d'Eté de l'année 1738.</i> Par M. LE MONNIER le Fils.	361
<i>Observation de l'Eclipe du Soleil, du 15 Août 1738.</i> Par M. CASSINI.	379
<i>Observation de l'Eclipe partielle de Soleil, faite à Paris le 15 Août 1738.</i> Par M. GRANDJEAN DE FOUCHY.	383
<i>Observation de l'Eclipe du Soleil, faite à Paris le 15 Août 1738.</i> Par M. LE MONNIER le Fils.	385
<i>Observations du Thermometre pendant l'année 1738, faites à Paris, à l'Isle de France, à Pondichéry & au Senegal; &</i>	

T A B L E.

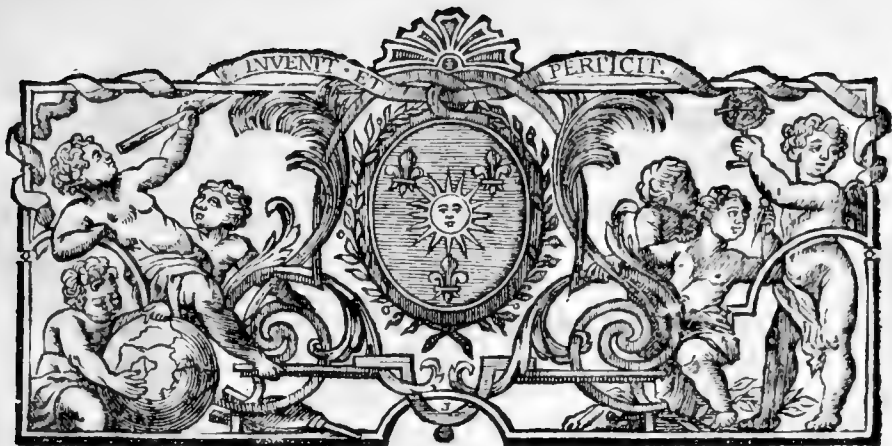
la Comparaison de ces Observations. Par M. DE REAUMUR. 387

Observations du Solstice d'Ete de cette année 1738. Par M. CASSINI. 404

Observations Météorologiques faites à l'Observatoire Royal pendant l'année 1738. Par M. CASSINI. 408



HISTOIRE



HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES.

Année M. DCCXXXVIII.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
PHISIQUE GÉNÉRALE.

SUR LA VISTESSE DU SON.



L y a déjà long-temps que l'Académie avoit * V. les M.
déterminé par des expériences, que la vitesse p. 128.
du Son est de 180 Toises par Seconde; mais
d'autres Compagnies ou des Sçavants particu-
liers ayant trouvé aussi par des expériences, que
cette vitesse étoit un peu trop grande, l'Académie, qui ne
se picque point d'infailibilité, se résolut volontiers à recom-
mencer de nouveau tout ce travail.

Hist. 1738.

A

2 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

Il est entièrement fondé sur ce principe , que quand une Lumière & un Son partent en même temps , comme d'une Arme à feu , la Lumière arrive beaucoup plutôt à l'Œil , que le Son à l'Oreille , & même qu'à cause de la prodigieuse & presque incroyable vitesse de la Lumière , on peut compter qu'elle arrive à l'Œil dans l'instant précisément qu'elle part , au lieu que le Son n'arrive à l'Oreille que dans un temps fini & sensible. C'est ce temps qu'il faut mesurer exactement , aussi-bien que la distance du lieu d'où partent la Lumière & le Son au lieu où est l'Observateur.

Cette distance ne peut être trop grande , elle n'est bornée que par la portée de l'Œil de l'Observateur & par celle de son Oreille. Plus elle sera grande , plus le temps employé par le Son sera long , & moins par conséquent les petites erreurs qui peuvent se glisser dans la mesure de ce temps , seront importantes.

Nous supposons ici qu'on tire un Canon dans l'un des deux Lieux , & qu'on observe dans l'autre ; mais supposé qu'on tire , & qu'on observe dans l'un & dans l'autre selon un ordre dont on sera convenu , on verra si le Son n'a point employé plus de temps à faire le même chemin d'un côté que de l'autre , ce qui est fort possible , en cas que le Vent hâte ou retarde le mouvement du Son , selon qu'il est favorable ou contraire , & l'on saura de combien ce mouvement peut être hâté ou retardé par un Vent d'une certaine force.

Et même , quoique de l'un de ces deux Lieux , qu'on peut appeler *réiproques* , à l'autre il soufflât un grand Vent , on pourroit , sans y avoir aucun égard , déterminer la vitesse du Son absoluë , en prenant la moitié de la somme des deux temps employés par le Son , en allant du 1^{er} au 2^d & du 2^d au 1^{er} , pourvu que la ligne droite qui les joindroit , fût dans la direction du Vent ou à peu-près ; car il est clair qu'autant que le Son auroit été hâté en allant en un sens , autant il auroit été retardé en allant de l'autre , & par conséquent la moitié des deux sommes seroit sa vitesse naturelle & sans altération.

Les deux Lieux réciproques étant les plus éloignés qu'il se pourra, il est à propos qu'il y ait un 3^{me} lieu intermédiaire sur la même ligne, ou à peu-près, & réciproque aussi. Le chemin total que faisoit le Son étant par-là coupé en deux parties d'une longueur connue, on verra si ces deux parties seront proportionnelles aux temps employés à les parcourir, ce qui emporteroit que la vitesse du Son seroit uniforme, la même au commencement & à la fin, ce qui est un point fort essentiel à sçavoir.

Voilà les principales vûes que l'on avoit dans le travail qu'on alloit entreprendre, car nous négligeons d'en rapporter plusieurs autres moins considérables, qui ne pouvoient manquer de se présenter d'elles-mêmes incidemment, & qui trouveront ici leur place.

Heureusement l'Observatoire de Paris est comme le centre d'un grand nombre de Lieux, dont, à l'occasion de la Méridienne de la France, & depuis peu du Parallele de Paris, les distances ont été mesurées par des opérations Trigonométriques. Il y a tel de ces Lieux qui en voit un autre éloigné de 8 Lieux, & en cas de besoin on en pouvoit lier encore quelques-uns à ceux que l'on avoit déjà par les anciens Triangles. On eut un nombre suffisant de personnes accoutumées à observer, que l'on pouvoit placer dans le même temps en différents postes, M^{rs} Maraldi & de Thury étoient à la tête, & tout répondoit à l'Observatoire comme à une Métropole de Colonies.

De toutes les expériences faites sur différentes distances, & souvent dans des lieux réciproques, il résulte que la vitesse du Son est de 173 Toises en 1 Seconde, plus grande dans le rapport de 180 à 173, qu'elle n'avoit été déterminée autrefois.

Quand le Vent est perpendiculaire à la ligne qui joint le lieu d'où part le Son, & celui où il arrive, la vitesse du Son n'est ni augmentée ni diminuée, c'est la même chose que s'il n'y avoit point de Vent. Il est aisé d'en voir la raison. Et si au contraire le Vent souffle dans la direction de la ligne qui

4 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

joint les deux lieux, il augmente ou diminue la vitesse du Son pour le lieu où le Son arrive.

Il l'augmente ou la diminue de toute celle qu'il a lui-même. C'est le même cas que celui d'un Corps qui se meut dans un Bateau qui se meut aussi.

La vitesse du Son est uniforme.

Elle est la même, soit que le Son soit plus ou moins fort. Ces deux dernières propriétés marquent que le Son est causé par un mouvement élastique, ainsi qu'il a été dit en 1737*.

* p. 100.

Le jour ou la nuit ne font rien à la vitesse du Son, seulement on entend de plus loin la nuit à cause du silence, & ce silence y contribué tant, que le bruit d'un Vent favorable au mouvement du Son pourra empêcher qu'on ne l'entende.

Il n'a pas paru que le chaud, ni le froid, ni le beau temps ou la pluie, ni les différentes pesanteurs de l'Air, influassent en rien sur le Son.

Les distances des Lieux étant aussi-bien connus qu'elles l'étoient, on n'a eu d'erreur à craindre que sur la mesure du Temps employé par le Son à parcourir un certain espace, & on s'est bien assuré que l'on ne pouvoit se tromper que d'une demi-Seconde. Elle sera une certaine partie du Temps total, comme $\frac{1}{170}$, & rendra incertaine une pareille partie de l'espace parcouru. Dans une des expériences, le temps a été de 1' 25", ou de 85", ou de 170 demi-Secondes. Donc une demi-Seconde étoit alors $\frac{1}{170}$ du temps, & donnoit $\frac{1}{170}$ d'erreur possible sur l'espace, c'est-à-dire, à peu-près 1 Toise, puisque 170 approche beaucoup de 173, nombre des Toises que toutes les expériences concourent à donner pour l'espace parcouru en 1 Seconde par le Son. Donc il ne peut y avoir dans la mesure de cet espace que 1 Toise d'erreur à craindre.

Quand le temps employé par le Son sera plus grand que 1' 25", ou, ce qui revient au même, quand on opérera sur de plus grandes distances, une demi-Seconde sera une moindre partie du temps, & on aura moins de 1 Toise d'erreur à craindre sur l'espace.

Au lieu de mesurer la vitesse du Son par des distances

connuës, on pourra par la vîtesse du Son connue mesurer des distances, telles que des largeurs de grandes embouchûres de Rivières, de grands Lacs autour desquels on ne tourneroit pas facilement. Il est vrai que l'on sera assujetti à prendre des temps calmes, si l'on veut éviter l'embarras d'avoir égard à la vîtesse du Vent, & que l'on ne pourra pas attendre la même précision que des mesures Trigonométriques, mais il y a des cas où elle n'est pas nécessaire.

Encore une utilité surnuméraire que l'on a tirée des expériences sur le Son, c'est d'avoir vu que la lumière de la Poudre à canon ne diminue pas tant à beaucoup près par les distances que celle des autres feux, & qu'elle conserve presque toute sa vivacité dans des Brumes où d'autres disparaîtroient. Ainsi un Canon que l'on tireroit, ou une livre de Poudre que l'on allumeroit simplement à l'air libre, avertiroient mieux un Vaisseau qui approche de la Côte, qu'un Fanal qu'il n'appercevra peut-être pas. Il seroit apparemment difficile de trouver quelque vérité qui ne pût avoir qu'un seul usage.

Cette année parut le IV^{me} Tome des Leçons Phisiques de M. l'Abbé de Molières, dont nous avons exposé les trois premiers Tomes en 1734*, 1736* & 1737*. Il reprend ici l'Astronomie Phisique.

* p. 94. & f.

* p. 37. & f.

* p. 36. & f.

On suppose ordinairement que le Tourbillon Solaire est Sphérique, mais il est presque absolument impossible qu'il le soit. Un Tourbillon tend naturellement à s'étendre en tous sens & également par sa force centrifuge, & il n'y a que les Tourbillons environnans qui l'en empêchent par une pareille force qu'ils ont tous. Il ne peut conserver sa figure Sphérique, s'ils ne le repoussent tous, s'ils ne le compriment avec des forces qui soient toutes égales entre elles, or le moyen d'imaginer cette parfaite égalité de forces du nombre presque infini de Tourbillons environnans ? La figure supposée Sphérique du Tourbillon Solaire sera donc altérée par la compression inégale des Tourbillons extérieurs, & il seroit même contre

6 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

la bonne Philosophie de lui attribuer une figure Elliptique trop régulière.

Dans le Tourbillon Sphérique, toutes les Planetes arrêtées, chacune dans sa Couche concentrique au Soleil par l'équilibre où elle se trouve avec cette Couche à raison de sa masse & de son volume, décrivent des Cercles concentriques au Soleil, qui sont tous non seulement dans le plan de l'Équateur de chaque Couche, mais dans le plan de l'Équateur du Soleil, parce qu'elles seront toujours portées du côté où sera le plus grand mouvement.

Mais si le Tourbillon devient Elliptique, l'inégalité de compression extérieure, qui produira ce changement de figure, jettera le Soleil hors du centre, & les Planetes hors de leurs places, toujours vers le côté où la compression sera moindre, & il est aisé de concevoir que cette même cause déplacera le plan de l'Équateur du Soleil, & de plus en fera sortir les plans des Orbites des Planetes, qui auparavant y étoient contenus ; ils s'en éloigneront plus ou moins selon que les Planetes auront été plus ou moins déplacées à raison de leur masse & de leur volume. Il n'y a que les Observations qui puissent nous apprendre la quantité actuelle de ces effets.

Ces Orbites des Planetes jettées en différents plans, satisfont pleinement à une objection de M. Newton contre les Tourbillons Cartésiens. Quand il arrive que Venus, la Terre & Mars, sont dans leur plus grande proximité possible, la matière fluide, qui emporte la Terre entre Venus & Mars, y trouve certainement son passage rétréci, & par conséquent en doit aller plus vite, ou, ce qui revient au même, le mouvement diurne du Soleil en doit paroître plus grand, or il est alors plus petit selon les Regles connues de la Théorie du Soleil, & la position singulière de Venus & de Mars à l'égard de la Terre ne produit rien.

Il auroit pu suffire de répondre que les deux Globes de Venus & de Mars sont si petits par rapport au vaste Courant qui doit passer entre eux, qu'ils ne rétrécissent pas sensiblement son passage, mais il vaut mieux encore qu'il ne passe

pas réellement entre eux. Il y passeroit dans le Tourbillon Sphérique, mais dans notre Tourbillon Elliptique, & tel qu'il est, le plan de l'Orbite de la Terre est de tous les plans des autres Orbites celui qui est le plus éloigné de l'Équateur du Soleil, & par le calcul il s'en faut plus d'un Million de Lieues qu'il ne passe entre ceux de Venus & de Mars.

Tout le monde sçait pourquoi les Planetes tournent sur leurs propres axes, toujours d'Occident en Orient par leur partie supérieure selon la direction générale du mouvement de tout le Tourbillon Solaire. La même cause, que l'on connoît pour être celle de leurs rotations particulières, seroit nécessairement dans le Tourbillon Sphérique que les axes de ces rotations seroient perpendiculaires au plan de l'Équateur du Soleil & du Tourbillon, & par conséquent tous paralleles à l'axe de ce Tourbillon. Mais dans le Tourbillon Elliptique cela ne subsiste plus, l'inégalité de la compression extérieure ne permet plus à ces axes de rotation de rester dans ce même plan où ils étoient tous, & elle les jette plus ou moins hors de ce plan selon que les Planetes ou par leur masse ou par leur volume obéissent plus ou moins à son action. Ce seroit un cas singulier que l'axe de rotation de quelque Planete fût encore perpendiculaire, ou à peu-près, à l'Équateur du Soleil. De même, & par la même raison, un axe de rotation perpendiculaire au plan de l'Orbite de la Planete autour du Soleil, seroit une espece de merveille. La variété qui regne à tous ces égards dans le Tourbillon Elliptique, n'empêche pas qu'on ne le reconnoisse bien sûrement pour avoir été, ou avoir pu être du moins, originaiement Sphérique. Le fond Géométrique perce ici fort évidemment au travers du Physique qui l'enveloppe.

Les axes de rotation des Planetes, inclinés sur les plans de leurs Orbites, y conservent toujours la même inclinaison, ou sont toujours paralleles à eux-mêmes dans toutes les positions différentes des Planetes sur leurs Orbites. C'est que le Tourbillon étant une fois comprimé d'une certaine façon, tout s'est mis dans l'état, dans l'équilibre, que cette compression

demandoit , & n'en peut plus sortir , à moins que les causes étrangères qui agissoient ne cessent d'agir , ou n'agissent autrement.

Venons maintenant aux Tourbillons renfermés dans des Tourbillons plus grands. Un petit Tourbillon entièrement fluide & formé de la même matière que le grand , s'élevera nécessairement jusqu'à la plus haute Couche ; car puisqu'il est dans le grand Tourbillon , il en est emporté , & prend la même force centrifuge , mais d'un autre côté puisqu'il est Tourbillon , il a sa force centrifuge particulière qui le porte du même sens , & ces deux forces unies sont plus grandes qu'une seule. Donc il ne sera en équilibre avec aucune Couche du grand Tourbillon , & s'éloignera toujours du centre avec une vitesse accélérée.

Si on conçoit une Planete *muë* , & sans Tourbillon particulier , posée dans un Tourbillon , elle aura toujours , parce qu'elle est un corps solide , moins de force centrifuge que la Couche où elle sera , & par conséquent elle tombera toujours vers le centre , & encore avec une vitesse accélérée.

Mais si l'on conçoit que cette Planete qui tomberoit toujours , soit revêtuë de ce Tourbillon qui s'éleveroit toujours , il est évident que le Tout ensemble trouvera dans le grand Tourbillon une place où il sera en équilibre , & ne tombera ni ne s'élèvera.

Pour satisfaire l'imagination , qui peut craindre que le petit Tourbillon ne vienne à se confondre avec le grand , il est permis de supposer entre eux quelque hétérogénéité de matière , comme celle qui est entre l'Eau & l'Huile , & cela même sera très-conforme à la Phisique.

Ce qui cause les rotations , c'est que le diametre d'un Corps suspendu dans un Fluide , est inégalement frappé dans ses deux extrémités. Selon la constitution de nos Tourbillons , l'extrémité supérieure du diametre sera toujours frappée avec plus de force que l'inférieure , ou , ce qui est le même , la circonférence supérieure du Fluide qui frappera le Corps , le frappera avec plus de force que l'inférieure , & il est aisé de
prouver

prouver que les forces de ces deux circonférences seront comme leurs racines quarrées, ou celles de leurs rayons. Plus l'excès de l'une de ces forces sur l'autre sera grand, plus la rotation sera grande, ou prompte.

Un petit Tourbillon étant dans le grand comme un Corps à part qui en est emporté, il sera dans les deux extrémités de de son diametre inégalement frappé par le grand, & par conséquent plus frappé dans la supérieure, ce qui lui donnera une rotation selon la direction du mouvement du grand Tourbillon. Si le petit porte à son centre un Corps solide, une Planete, il en fera appesanti, & sa rotation rallentie.

Cette Planete enfermée dans ce Tourbillon *subalterne*, aura-t-elle une rotation sur son propre centre? Elle n'est pas dans le cas de ce Tourbillon, dont un diametre avoit ses deux extrémités inégalement élevées par rapport au centre du grand Tourbillon, elle occupe le centre du petit, & aura sa surface extérieure toujours également élevée dans toutes ses parties par rapport à ce centre. Cela est vrai, & par cette raison si le Courant de son Tourbillon pouvoit l'emporter hors du lieu où elle est, il l'emporteroit sans lui causer de rotation, mais il ne peut pas la déplacer puisqu'elle est au centre, & l'action qu'il employeroit inutilement contre elle à cet effet, il l'employe à lui donner une rotation qu'elle peut prendre. C'est ainsi que se fait celle du Soleil placé au centre du grand Tourbillon.

Un Tourbillon fluide ne peut pas imprimer à un Corps solide central la même vitesse qu'auroit eue une matière fluide qui auroit occupé la place de ce Corps. Car 1^o la matière fluide auroit tourbillonné, & par conséquent n'auroit pas été pesante, au lieu que le Corps solide l'est, or ce qui est pesant est plus difficile à mouvoir. 2.^o Toutes les différentes Couches de la matière fluide centrale auroient eu différentes vitesses, ou se feroient mués indépendamment les unes des autres, ce qui les rend plus susceptibles d'un nouveau mouvement en même sens que ne sont les parties d'une masse solide toutes liées entre elles, & qui ne peuvent être mués

que toutes ensemble. Ainsi les vitesses de rotation des Corps solides doivent toujours être moindres que n'auroient été celles de matières fluides qui auroient été à leur place. Quant aux vitesses de circulation autour d'un centre, elles sont toujours les mêmes & pour les Fluides & pour les Solides, puisque les Solides ne sont aux places où ils sont dans un Tourbillon, qu'en vertu de leur équilibre parfait avec un volume égal du Fluide.

Par exemple, la Terre étant portée en un an autour du Soleil dans un Tourbillon particulier, le centre de ce Tourbillon, qui est aussi le centre de la Terre, a la même vitesse de circulation qu'auroit eue une particule de matière fluide posée à la même distance du Soleil. En même temps, le Tourbillon particulier frappé à ses deux extrémités, supérieure & inférieure, dont les forces sont inégales, prend un mouvement de rotation autour de son propre centre, & le communique à la Terre, qui à cause de sa pesanteur & de sa masse, n'en peut pas prendre toute la vitesse. La rotation de la Terre sur son centre ne tient point immédiatement à sa circulation autour du Soleil, ni à sa distance au Soleil, mais seulement à la rotation de son Tourbillon particulier autour du Soleil. Si la Terre n'avoit point ce Tourbillon, & qu'elle fût d'une certaine petitesse, elle circuleroit autour du Soleil sans avoir de rotation ; il est facile de voir que les deux différentes Couches, où se termineroit un petit diamètre, pourroient bien n'être pas assez inégales en vitesse, mais au défaut d'une rotation entière, il se pourroit faire quelque mouvement d'Oscillation, pareil à celui d'un Pendule, quelque Libration qui seroit une rotation commencée, le diamètre n'étant que de la grandeur convenable à cet effet.

La figure du Tourbillon de la Terre doit naturellement être Sphérique, mais puisque le grand Tourbillon Solaire qui le renferme, & l'emporte, est Elliptique, il s'accommodera à cette figure le plus exactement qu'il se pourra, car différentes petites circonstances particulières, qu'il seroit inutile, & impossible de deviner toutes, ne permettront pas

que cette conformité soit parfaite. La Terre sera donc en différents temps, inégalement éloignée du Soleil, elle aura son Aphélie & son Périhélie, ou sa vitesse sera différente.

Quand la figure du Tourbillon Solaire seroit absolument constante & invariable, ce qui n'est pas certain, la figure du Tourbillon de la Terre ne laisseroit pas de varier, parce que ce Tourbillon dans sa révolution annuelle, passant par des espaces de l'Ellipse Solaire, tantôt plus étroits, tantôt plus larges, il seroit obligé de devenir tantôt plus, tantôt moins Elliptique.

Il a encore un autre principe de variation, mais qui lui est intérieur. La Terre, en ne considérant point ici la Lune, est le seul corps pesant de son Tourbillon, le seul qui tende vers le Soleil, tout le reste est une matière fluide, qui au contraire tend à s'en éloigner. Il a été prouvé que toute cette matière fluide, dont toutes les parties tourbillonnent, est élastique, & que de-là même vient le Ressort*. On peut donc imaginer la Terre comme un Corps pesant posé sur la partie inférieure d'un Cercle d'Acier. Ce cercle étant pressé en embas par cette partie, la partie supérieure opposée s'abaîssera aussi, les deux parties latérales moyennes s'éloigneront l'une de l'autre, & le Cercle deviendra une Ellipse dont le petit axe sera toujours dans la ligne de la pression qui a causé le changement de figure, c'est-à-dire, en remettant ici la Terre, que sa seule pesanteur changeroit son Tourbillon supposé Sphérique, en un Elliptique dont le petit axe seroit dirigé au centre du Soleil.

Puisque la Terre tourne toujours autour du Soleil, que par conséquent les lignes par lesquelles elle pese vers lui, sont toujours différentes, & que ces différentes lignes sont toujours dans la direction des petits axes de l'Ellipse formée par la pesanteur de la Terre, il est nécessaire que ces petits axes changent toujours de position, & par conséquent aussi toute l'Ellipse, & que dans le cours d'une révolution annuelle elle soit toujours différemment posée par rapport au Soleil.

Cependant il est vrai que la pesanteur de la Terre pourra

ne pas causer cette Ellipse dont nous parlons. Toutes les Couches du Tourbillon de la Terre sont élastiques, & si celle dont elle est immédiatement enveloppée étoit la seule, elle agiroit contre elle par toute sa pesanteur. Mais après une 1^{re} Couche, il y en a une 2^{de} qui porte une partie du poids, après cette 2^{de} une 3^{eme}, &c. De sorte que plus il y a de Couches, moins chacune est pressée, & il peut y en avoir tant que les dernières ne porteront plus rien, & demeureront circulaires, du moins sensiblement. L'effet dépend de la grandeur du Tourbillon, & sera plus grand dans un petit.

Maintenant si l'on considère la Lune entrée dans le Tourbillon de la Terre, où elle aura elle-même son Tourbillon particulier, on voit qu'il se fera une assez grande complication, nous n'en donnerons qu'une légère idée.

Si le Tourbillon de la Terre est trop grand pour permettre que le principe de la variation perpétuelle de figure, que nous venons d'exposer, y ait lieu, il est du moins très-apparent que la petitesse du Tourbillon Lunaire le permettra, & ce principe joint aux autres qui lui seront communs avec le Tourbillon Terrestre, & combiné avec eux de toutes les manières dont il peut l'être, produira beaucoup de variété & d'irrégularité apparente dans la figure du Tourbillon, ou de l'Orbite de la Lune autour de la Terre, & par conséquent aussi dans son cours, puisqu'elle suivra cette Orbite.

Ajoutons que la Lune comprise dans le Tourbillon Terrestre, qui est Elliptique, y sera à différentes distances de la Terre, & par conséquent y aura toujours différentes vitesses, la plus grande au Périgée, & la moindre à l'Apogée.

De plus, le Tourbillon particulier qui la porte, & elle-même par conséquent, aura plus ou moins de vitesse selon que ce Tourbillon sera posé par rapport à l'Aphélie & au Périgée du Tourbillon Terrestre.

La Lune pèse vers la Terre, & fait par-là une certaine impression sur la matière fluide interposée entre elle & la Terre. De même précisément la Terre pèse vers le Soleil. Si la ligne selon laquelle la Lune pèse vers la Terre, & la

ligne selon laquelle la Terre pèse vers le Soleil, ne font qu'une même ligne droite, alors il est certain que l'impression, que peuvent faire sur la matière fluide interposée ces deux actions ou efforts pris ensemble, fera la plus grande qu'elle puisse jamais être. Or alors les trois corps de la Lune, de la Terre, & du Soleil, sont sur la même droite, & la Lune vûë de la Terre est ou en Conjonction ou en Opposition avec le Soleil, ce qu'on appelle les *Sizygies*. Donc ce sera dans les *Sizygies* que les effets de la Lune par rapport à la Terre seront les plus grands & les plus marqués, tout le reste étant supposé égal. Ils seront plus foibles selon que la Lune s'éloignera davantage des *Sizygies*.

Si l'on rassemble, seulement d'une vûë générale, tous les principes qui entrent dans la composition du mouvement de la Lune, on verra qu'il n'en peut résulter qu'un cours très-égal en soi & dans une seule révolution de la Lune autour de la Terre, très-égal encore d'une révolution à l'autre, & qui ne reviendra que difficilement, & après bien des révolutions, à être à peu-près tel qu'il a été d'abord. On verra aussi que l'Orbite de la Lune sera bien éloignée d'être une Ellipse tant soit peu régulière, mais que ce sera une Courbe indescriptible pour toute notre Géométrie, changeante, inconstante, & dont on ne pourra attraper que des points.

Quand deux principes tendent à imprimer à un même Corps des mouvements opposés, & que l'un est supérieur à l'autre, mais seulement pour un temps, après quoi l'autre devient supérieur à son tour, il est clair que ce Corps aura des Balancements, des Librations, si son centre ne change point de place, & des Oscillations de Pendule, s'il en change. Dans le grand nombre de principes qui composent le mouvement de la Lune, il seroit difficile qu'il ne s'en trouvât qui, par leur combinaison, devinssent conditionnés comme il le faut pour produire des Librations, aussi en a-t-elle qui sont connus des Astronomes, & qui amènent dans la Théorie de cette Planete un nouveau genre de bizarrerie.

Le flux & reflux de l'Océan, merveille encore aujourd'hui

étonnante, tient certainement à la Lune, mais il y entre une considération particulière & nouvelle, dont nous n'avons point encore eu lieu de parler. Ce seroit dans les Sisyg'es, comme on vient de le voir, que les effets de la Lune sur la Terre, seroient les plus grands, mais ils pourroient n'être pas sensibles, ou très-peu. La Lune par sa pesanteur vers la Terre, pousseroit la Terre hors du centre de son Tombillon, & la pousseroit d'autant plus loin que la Terre seroit moins pesante, c'est-à-dire, composée de parties qui tendroient avec moins de force au centre commun de leur mouvement, qui seroit celui de la Terre. Il seroit fort possible que ce déplacement de la Terre par la Lune, ou ce changement de distance de la Lune à la Terre ne fût qu'à peine apperçû par les Astronomes, & en général il faut toujours que la Terre ne soit que d'une certaine pesanteur pour se laisser ainsi déplacer par la Lune.

Que si le globe de la Terre étoit composé de deux grandes parties telles que s'il n'avoit été formé que de l'une il n'eût point été déplacé, & qu'il l'eût été au contraire s'il n'eût été formé que de l'autre, il est certain que non-seulement le déplacement de la Terre n'eût été que moyen, mais que l'action de la Lune auroit pu ne s'exercer que sur les parties propres à être déplacées, & non sur les autres. Or telle est précisément la composition du Globe Terrestre, formé de parties solides plus pesantes, & d'Eaux qui le sont beaucoup moins. La Lune déplace les Eaux, & ne déplace point les parties solides. Si l'on conçoit le Globe Terrestre entièrement couvert d'Eaux qui enveloppent un grand Noyau solide, ce Noyau demeure immobile, & les Eaux sont mûës.

Il seroit assés naturel d'imaginer que les Eaux s'abbaissent sous la Lune, qu'il s'y fait un enfoncement, d'où elles vont en s'élevant de côté & d'autre, ce qui fait un Sphéroïde dont le petit axe est dans la droite tirée de la Lune au centre de la Terre. M. Newton a cru au contraire que les Eaux s'élevoient sous la Lune, mais c'est parce qu'il fait agir la Lune par attraction, & comme on est plus qu'en droit de rejeter

ce principe, il seroit permis de ne pas s'en tenir à cette idée; aussi-bien ne paroît-il pas qu'on puisse déterminer par expérience, si les Eaux s'abaissent ou s'élèvent sous la Lune, lequel que ce soit des deux, les phénomènes seront toujours les mêmes.

Mais il est vrai que dans le Système de M. l'Abbé de Molières, qui n'admet que des principes bien réels, les Eaux doivent s'élever sous la Lune, ainsi que l'a cru M. Newton. La direction de l'action de la Lune, qui est une ligne tirée de son centre à celui du Globe Terrestre, tend à éloigner d'elle ce Globe couvert d'Eaux. Elle n'en peut éloigner le Noyau, mais elle en peut éloigner les Eaux qui l'enveloppent, & par conséquent les chasser devant elle de dessus le Noyau, aussi loin qu'il sera possible. Elle les amasseroit toutes sur l'hémisphère du Noyau qui lui est opposé, & là elles formeroient une espèce de Cone, dont la base seroit la surface de cet hémisphère, & l'axe seroit dans la direction de l'action de la Lune, mais la pesanteur des Eaux vers le centre de la Terre, que nous n'avons pas encore considérée ici, doit y entrer. Elle empêche que les Eaux ne s'éloignent du Noyau autant qu'elles auroient fait, & si on se représente ce que doit produire son action, qui tend à rassembler sphériquement les Eaux, combinée avec celle de la Lune, qui tend à faire ce Cone que nous venons de dire, on verra qu'il en résulte un Sphéroïde d'Eaux autour de la Terre, dont le grand axe sera dans la ligne de l'action de la Lune, & que par conséquent les Eaux s'élèveront sous la Lune.

Si M. Newton a parlé sincèrement, il n'a employé l'Attraction dans le grand Edifice de la Physique, que comme une Pierre d'attente ou une Étaye, & il seroit bien aisé aujourd'hui de voir qu'on l'ôte, pour mettre en la place quelque chose de plus solide, & de mieux assorti à tout le reste de tout ce grand Edifice.

* V. l'Hist.
de 1737.
p. 9. & suiv.

Cette même année parut le IV^{me} Volume de l'*Histoire des Insectes*, de M. de Reaumur. Le précédent avoit fini par l'Histoire des Galles des Plantes, causées par des piqueuses d'Insectes, qui se font fait des logements dans ces excroissances, & s'y sont en même temps assuré leur nourriture*. Ce nouveau Tome commence par des Galles, qui en ont toutes les apparences possibles, & qui cependant n'en font point; ce ne sont plus des excroissances de Plantes produites & habitées par des Insectes, ce sont de véritables Insectes de la couleur du bois à peu-près, & parfaitement immobiles; on ne les reconnoît point pour des Animaux à ce qu'ils croissent, de vraies Galles croitroient aussi. M. de Reaumur, pour exprimer leur nature douteuse, les appelle *Gallinsectes*.

Il est aisé de juger que les Gallinsectes se nourrissent du suc de la Plante, & que le peu qu'elles en peuvent tirer du petit endroit où elles sont toujours attachées, leur doit suffire. Elles croissent tout au plus depuis la grandeur d'un grain de Poivre jusqu'à celle d'un Pois. La Trompe dont elles se servent pour sucer la Plante, sera certainement difficile à appercevoir.

Parvenues à leur dernière grandeur, elles n'ont plus qu'à pondre, & non-seulement elles pondent sans changer de place, mais sans qu'il paroisse aucunement qu'elles aient pondu. La Gallinsecte étoit appliquée par son ventre contre l'Arbre, & n'offroit aux yeux que son dos, de sorte qu'elle avoit la figure d'un Bateau renversé. Quand elle pond, elle fait passer ses Œufs entre son ventre & l'Arbre à mesure qu'ils sortent, & les pousse du côté de sa tête. Son ventre s'élève donc, toujours soutenu par les Œufs sortis, & se rapproche du dos, & comme toute la Gallinsecte n'étoit presque qu'un paquet d'Œufs, il ne reste d'elle après sa ponte, que son ventre attaché à son dos, deux membranes minces, qui font une couverture extérieure à un tas d'Œufs, au lieu qu'elles se renfermoient auparavant. Rien n'est changé au dehors.

Les

Les Œufs de plusieurs especes de Gallinsectes se trouvent posés sur un duvet cotonneux, qu'on peut appeller un *Lit* ou un *Nid*; tout le tas en est même enveloppé en partie, si ce n'est qu'il y en a quelques-uns répandus dans ce Duvet, comme au hazard. D'où peut venir cette matière? car assurément les Gallinsectes ne l'ont pas filée, aussi privées de mouvement qu'elles le sont. M. de Reaumur croit qu'elles l'ont transpirée, on a déjà vû des exemples pareils en 1737*. Il est sorti naturellement de la Gallinsecte même un Lit qui la tient plus mollement & plus commodément couchée sur l'Arbre, & dans la suite ce Lit devient Nid pour les Œufs.

* p. 28.

Mais la grande difficulté est de sçavoir comment les Gallinsectes ont été fécondées. Des Animaux immobiles sont incapables d'accouplement, seroient-elles du nombre de ceux qui n'en ont pas besoin, comme on commence à le soupçonner de quelques-uns? Mais ce n'est guère encore qu'un simple soupçon, sur lequel il seroit trop dangereux de rien fonder.

M. de Reaumur pourroit avoir découvert le mystere. Il a vû de très-petites Mouches se promener sur le corps des Gallinsectes, dont chacune est pour elles un assés grand terrain, y chercher avec un Aiguillon toujours prêt, un endroit qu'elles veulent picquer, le trouver toujours vers l'Anus de la Gallinsecte, à une fente bien marquée, & alors plus ouverte, & y porter cet Aiguillon d'une manière qui ne paroît point déplaire à la Gallinsecte. Ces Mouches seront les Mâles de cette espece malgré leur grande différence de figure & de volume avec les Femelles.

Il est certain d'ailleurs que des Mouches, quelles qu'elles soient, ne commencent pas par être Mouches, il faut qu'elles aient passé auparavant par quelque métamorphose. Parmi des Gallinsectes du même âge, on en voit de fort petites par rapport aux autres, &, ce qui est plus remarquable, on trouve souvent que ce ne sont plus des Gallinsectes, mais seulement des Coques vuides, d'où l'Animal est sorti. Cet Animal se fera métamorphosé, & devenu Mouche il ira féconder des

Hist. 1738.

C

Femelles de l'espèce dont il tire son origine. Elles ne se métamorphosent point. Il y a toute apparence que les Mouches qui fécondent les Femelles d'une ponte, ont été des Gallinsectes d'une ponte précédente. Il leur faut donner le temps de la métamorphose.

Quand les Œufs des Gallinsectes éclosent, il en sort des Petits très-vifs & très-agiles, qui se dispersent çà & là pour chercher quelque Plante qui leur convienne, & où ils se fixeront pour toujours, devenant enfin avec l'âge parfaitement tranquilles & sédentaires, comme feroient des Animaux bien raisonnables.

Le Kermès, dont les deux usages sont si connus, l'un pour la Teinture, l'autre dans la Médecine, est une espèce de Gallinsecte, qui vient sur un petit Chêne verd en Languedoc, en Provence, & en quelques autres lieux. On en a profité long-temps sans le connoître, comme l'on fait encore de quelques autres choses. On l'a pris pour une véritable Galle, ou pour une Coque où un Insecte avoit déposé ses Œufs, & ce ne sont pas seulement des Payfans, uniquement curieux de la récolte & de la vente, ce sont d'habiles Philosophes, qui ont été dans l'erreur. Mais enfin la vérité n'a pu se dérober toujours, un grand nombre d'observations imparfaites, & de conjectures fautive, en amenant enfin de sûres & de vraies, qui décident.

Après les Gallinsectes, M. de Reaumur traite d'un autre Genre qui leur ressemble beaucoup, & qu'il appelle par cette raison *Progallinsectes*. La principale différence est que les *Progallinsectes* sont vivipares.

Selon M. de Reaumur, la Cochenille est une espèce de *Progallinsecte*. Elle est sans comparaison plus précieuse que le Kermès, quoiqu'elle n'ait qu'un seul des deux usages qu'il a, & même le moins intéressant pour nous, celui de teindre en rouge. M. de Reaumur calcule que la quantité de Cochenille qui vient tous les ans du Mexique en Europe, monte à plus de 15 Millions, monnoye de France.

Elle a eu le même sort que le Kermès, on a ignoré jusqu'à

présent ce que c'étoit au vrai. Les premiers qui ont étudié l'un & l'autre, & qui ont mis apparemment les Observateurs suivans sur les voyes, ont été des Membres de cette Académie naissante. On verra dans l'Ouvrage dont il s'agit ici, l'histoire curieuse des deux découvertes. On trouvera notre Siècle bien riche sur ce point, par rapport à la plupart de ceux qui l'ont précédé.

M. de Reaumur, qui cherche à rendre ses longs travaux sur les Insectes, aussi sensiblement, & aussi grossièrement utiles pour contenter tout le monde, croit que l'Europe pourroit s'épargner ce qu'elle dépense en Cochenille, que la France a des Climats sous sa domination, tout au moins la Martinique & St Domingue, où cet Insecte viendroit, soit sur des Opuntia ou Roquettes d'Inde comme au Mexique, soit sur d'autres Plantes semblables, qu'il faudroit du moins en faire l'essai. Il est certain que l'exemple des Vers à Soye est très-encourageant.

La Cochenille a une qualité fort avantageuse pour le Commerce, c'est que desséchée, & dans l'état où on la débite, elle se garde très long-temps sans souffrir aucune altération par rapport à la Teinture. On a une expérience de 130 ans.

Après la Cochenille, ce n'est guère la peine de parler de l'Ecarlate de Pologne, ou *Coccus Polonicus*, que l'on connoît peu, & dont, depuis la Cochenille, on a extrêmement négligé la récolte, qui étoit même plus difficile & moins abondante. Un sçavant Naturaliste en a fait une bonne Histoire d'où M. de Reaumur a tiré toute la connoissance qu'il en a. Il se trouve que l'Insecte, qui est cette Ecarlate, est du genre des Progallinsectes, & ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que selon tout ce qu'on peut sçavoir de cet Insecte & de la Cochenille, la fécondation de ces deux Progallinsectes se fait précisément comme M. de Reaumur croit que se fait celle des Gallinsectes, par de petites Mouches qui vont picquer des Femelles beaucoup plus grosses, & d'une figure très-différente. Ces sortes de singularités doivent être mises en

réserve pour des occasions embarrassantes où elles peuvent donner des dénouëmens.

Jusqu'ici M. de Reaumur n'a traité que des Chenilles, ou d'Insectes qui y ont allés de rapport, & auxquels les Chenilles l'ont conduit. Il passe ensuite à un autre ordre d'Insectes, aux Mouches.

Ce qui les distingue le plus généralement, & le plus sensiblement d'avec les Papillons, qui sont aussi des Insectes ailés, c'est que leurs Aîles sont très-minces, transparentes, & sur-tout ne laissent rien qui s'attache aux doigts quand on les touche, au lieu que celles des Papillons ont, comme l'on sçait, les qualités contraires.

Toutes les Mouches ont été Vers, de même que tous les Papillons ont été Chenilles, & puisqu'on a commencé l'Histoire des Chenilles par leur premier état de Chenilles, pour les conduire ensuite jusqu'à celui de Papillons, il semble qu'on devroit suivre aussi dans l'Histoire des Mouches ce même ordre si naturel, & les prendre d'abord dans leur état de Vers. Mais il y a une grande différence, les Chenilles sont très-vissibles aussi-bien que les Papillons, mais souvent les Vers qui deviendront Mouches, sont ou trop petits ou trop bien cachés, soit en terre, soit dans les eaux, & on n'en voit que les Mouches. Il faut donc commencer par les étudier sous cette forme, sans à remonter ensuite jusqu'aux Vers, quand on les pourra connoître.

Rien n'est si connu que les Mouches communes, les Abeilles, les Guespes, les Coufins, de grosses Mouches bleues qui s'attachent à la Viande, mais ce dénombrement est bien court par rapport à la prodigieuse quantité de différentes Mouches que l'on trouve quand on veut observer. La figure, & les proportions de leur corps, le nombre, le tissu, & le port de leurs Aîles, leurs Antennes, leurs Jambes, leur Trompe, &c. offrent aux yeux seuls une infinité de différences qui ne donnent que trop de prise à M. de Reaumur pour établir des Classes, des Genres & des Espèces, car il est toujours à craindre que l'arrangement qu'on veut mettre

dans un si vaste Chaos ne le débrouille pas encore assez. Nous ne nous engagerons point dans le détail de ce Système, qui n'est fait que pour des Philosophes, ou des Observateurs très-curieux. Il nous suffira de rapporter quelques particularités les plus remarquables de quelques Mouches prises la plupart dans la Classe des Mouches à deux Ailes.

Avant que d'entrer en matière, il faut se rappeler que les Mouches ont le corps divisé selon sa longueur en trois parties très-distinctes, marquées par des espèces d'étranglements, ou quelquefois par des filets déliés; ces parties sont la *Tête*, le *Corcelet*, & le *Corps* plus long, & quelquefois beaucoup plus que les deux autres.

La Tête est chargée de ces milliers d'Yeux à réseau, dont nous avons parlé en 1734*, à l'occasion des Papillons, qui les ont aussi. La merveille que nous y trouvions alors n'est pas diminuée pour être plus commune. * p. 34.

Les Trompes par où les Mouches prennent leur nourriture doivent ressembler en général, & ressemblent à celles des Papillons, dont nous avons parlé en 1734. On conçoit assez qu'il se trouvera des différences quand elles auront à exercer leurs fonctions dans des circonstances différentes. Par exemple, un Papillon ne se nourrit que du suc liquide d'une Fleur, & une Mouche attaquera un morceau de Sucre bien sec, & s'en nourrira. Elle a donc besoin de quelques Instruments qui lui en amollissent les parties, & de quelque liqueur qui les détrempe, afin qu'elles puissent entrer & couler dans le canal très-étroit de la Trompe. Pour cela, elle a au bout de cette Trompe ce que M. de Reaumur appelle deux *Lèvres*, grosses par rapport au canal qu'elles terminent, charnues, musculeuses, propres à se plier & replier, à s'élever & s'enfoncer, enfin à se mouvoir en tous sens avec une extrême vitesse, & qui, tandis que l'Animal fait tomber de ses entrailles une certaine liqueur sur le Sucre, le pétrissent, l'atténuent, & en expriment des Sucs, assez fins pour monter dans la Trompe.

Si la Mouche a la peau d'un Animal à percer, avant que

d'arriver à sa nourriture, son action différera encore plus de celle du Papillon. Il faudra qu'un Aiguillon accompagne la Trompe, & dans un petit Animal ces deux Instrumens combinés ensemble, seront assurément difficiles à démêler. Après avoir admiré l'art dont ils ont été construits, on peut encore être étonné de l'art qu'il a fallu pour les reconnoître.

Les Mouches ont, comme les Papillons des Stigmates, ouvertures extérieures, ou especes de Bouches par où entre l'air de la respiration. M. de Reaumur croyoit qu'elles n'en avoient que deux & placés sur le Corcelet, tant parce qu'il n'en voyoit pas d'abord davantage, & qu'il n'en voyoit que là, que parce qu'il jugeoit le fait très-vraisemblable par l'analogie des Papillons qu'il avoit trouvés dans ce cas. Mais en examinant mieux les Mouches, il leur a vû quatre Stigmates sur le Corcelet, & d'autres ensuite répandus deux à deux sur chaque Anneau du Corps. Instruit par les Mouches à mieux voir, il est retourné aux Papillons, & il a trouvé qu'il en étoit de même pour eux. Ce n'est pas un aveu qui coûte beaucoup, ni qui doit être bien glorieux que celui d'une erreur en pareille matière.

Il a éprouvé tant pour les Mouches que pour les Papillons, que les Stigmates du Corcelet sont beaucoup plus importants que ceux du Corps. Les premiers étant frottés d'Huile, ces Animaux périssent, & ils ne périssent pas s'il n'y a que les autres Stigmates qui l'ayent été. Un Papillon mâle très-vif, après avoir tourné long-temps autour d'une Femelle de son espece, se détermina enfin à la dédaigner, parce qu'on l'avoit trempée dans l'Huile jusqu'au Corcelet. Il ne la jugea pas assez saine, & en effet elle mourut bientôt.

On conçoit aisément quel prodigieux nombre de ramifications d'une prodigieuse finesse doivent partir de tous ces Stigmates pour aller porter l'Air dans tout le corps de la Mouche. Il ne se rend pas tout entier comme chés nous dans une liqueur qui soit son véhicule commun, & le distribué ensuite dans toutes les parties ; apparemment chés la Mouche, il ne se distribué par-tout qu'en détail.

Dans les Mouches à deux Aîles, M. de Reaumur a vû des parties voisines des Aîles, qui manquent toujourn aux Mouches à quatre Aîles. Il semble par-là qu'elles devroient réparer le défaut de deux Aîles chés les Mouches qui n'en ont que deux. Mais les plus ingénieuses conjectures seroient encore trop peu appuyées de faits.

Le corps des Mouches est divisé par Anneaux, dont la consistance est écailleuse par rapport à celle des Membranes, & la position de ces Ecaïlles entr'elles, leur liaison, leurs petits intervalles remplis par des membranes flexibles, tout cela ménagé de différentes manières en différentes especes, l'est toujours de façon que le corps est capable de contractions, & de dilatations alternatives.

Ce corps est assés transparent en plusieurs endroits pour laisser voir ce qui se passe au dedans; la dissection la plus fine ne viendroit pas à bout de démêler assés bien de si petites parties pour en faire deviner l'usage & les fonctions. On voit des gouttes de liqueur entrer dans un assés long canal qui va de la partie postérieure vers le Corcelet, & se termine à une grosse partie. Ces gouttes se meuvent selon cette direction, & arrivent à la grosse partie qui a des mouvements de contraction & de dilatation si sensibles, que quelquefois elle en change très-considérablement de figure. Le cours des gouttes n'est pas continu, mais après avoir cessé de couler, il paroît qu'elles reviennent sur leurs pas avec une direction contraire à la première. M. de Reaumur conjecture que la grosse partie est le Cœur, où les gouttes vont se rendre, mais pourquoi ne les pousse-t-il pas en avant & dans les parties antérieures de l'Animal selon la Loi de toutes les Circulations connus? pourquoi rebroussent-elles par le même chemin? M. de Reaumur soupçonne par la dissection qu'il a faite de ces parties malgré leur petitesse, que ce chemin n'est pas réellement le même, & que le canal du retour est différent de l'autre, contre lequel il est exactement appliqué, ce qui, joint à leur grande transparence & à leur finesse, les fait paroître aux yeux comme un seul. Il y aura donc une

vraie Circulation. Elle ne fera pas, à la vérité, continuë, comme dans les grands Animaux, mais après tout ce que l'on connoît déjà des Insectes, ce ne sera pas-là une merveille bien étrange. On pourroit dire au contraire que si une Circulation interrompuë est possible, elle se trouvera dans quelques Insectes. Or on peut imaginer cette possibilité.

Il y a des Mouches dans lesquelles on voit, à la faveur de leur transparence, comme un plan mince, un petit nuage très-délié qui, partant de la jonction du Corcelet avec le Corps, s'avance toujours lentement vers la partie postérieure de l'Animal, & toujours dans une position parallèle à la première qui étoit à peu-près perpendiculaire au Corps. Il disparoit quand il passe au de-là de l'endroit où est le Cœur. Souvent un second tout pareil lui succède, fait la même route, & n'attend pas toujours pour se montrer que le premier ait disparu; on en peut voir jusqu'à trois ou quatre à la fois.

Ce phénomène très-bizarre dans un Animal, paroît dépendre de deux Vessies ou Sacs placés l'un contre l'autre, si grands qu'ils occupent quelquefois les deux tiers de la capacité du Corps de l'Insecte, & qui sont toujours pleins d'air. Ils s'appliquent à la surface intérieure des Anneaux, mais sans y être collés, & sont aplatis l'un par l'autre à l'endroit où ils se touchent, vers le milieu du corps de l'Insecte. Si ces deux Sacs ont en même temps un même mouvement vermiculaire pareil à celui de nos Intestins, il se formera à chaque instant l'apparence d'un Cercle qui embrassera leurs circonférences extérieures détachées en cet instant, & un seul endroit de la surface des Anneaux, & comme d'instant en instant ce sera un nouveau Cercle, il paroîtra que c'est le même qui s'est mû. Que si le mouvement vermiculaire qui va d'un bout à l'autre, recommence au premier bout une seconde progression avant que d'avoir fini la première, on verra en même temps deux différents Cercles, & cette même Mécanique encore redoublée en fera voir plusieurs.

Quand on connoît les Mouches, il s'agit de connoître les Vers, sous la forme desquels elles ont d'abord vécu, car elles

elles ont toutes certainement été Vers; on sçait que la proposition réciproque n'est pas vraie, & que tous les Vers ne deviennent pas Mouches; quelques-uns deviennent Scarabés, d'autres Punaises, d'autres Sauterelles, &c. Quelques-uns même, comme les Vers de terre, ne subissent aucune métamorphose.

Dans le Genre des Vers que l'on sçait qui deviennent Mouches, il y a tant de variétés essentielles & bien marquées, que l'on en feroit un très-grand nombre d'Espèces, & il n'y auroit d'embarras, qu'à bien choisir les caractères, & à les bien combiner. Nous parcourrons seulement ces différences extérieures les plus frappantes.

Sur l'exemple de tous les Animaux connus, on croiroit que la Tête doit toujours être d'une figure invariable; & en effet, comme elle renferme tous les Organes des principales Sensations de l'Animal, tout n'y sera-t-il pas dérangé & bouleversé, si elle s'allonge ou s'accourcit, se contracte ou se dilate très-sensiblement? C'est cependant ce qui arrive à quelques Vers, dont la Tête peut changer de figure d'une manière à étonner.

Il y en a qui n'ont point de Jambes, & qui s'en donnent quand ils veulent. Ils sçavent renfler & pousser en dehors certains endroits de la partie inférieure de leurs Anneaux, & ils se traînent sur ces appuis.

On découvre un artifice assés semblable dans des Vers qui ne peuvent vivre qu'en des lieux humides, dont il est cependant à craindre que l'humidité ne vienne à boucher les Stigmates par où ils respirent. Ils gonflent & élèvent leur peau tout autour de ces Stigmates, & les mettent à couvert de l'eau dans cette cavité.

D'autres ont le principal organe de leur respiration placé à leur Queue, où il est emboîté comme dans un étui, parce que c'est un long tuyau. Ceux de ces Vers qui sont aquatiques, tiennent leur queue élevée perpendiculairement sur la surface de l'eau, on en voit la raison.

Quelques Vers ont la Tête armée de deux Crochets

parallèles entr'eux, courbés comme des Cornes, roides, inflexibles, & fort pointus, avec quoi ils *piochent* l'aliment qui leur convient, le réduisent en très-petites parcelles, que reçoivent ensuite deux Bouches placées chacune auprès d'un des Crochets.

On peut prendre pour exemple d'un grand nombre de métamorphoses des Vers en Mouches, celle de ces Vers si connus, qui vivent de la Viande, & deviennent de grosses Mouches bleues.

Ils vont se transformer sous terre, quand ils sont libres, mais s'ils ne le sont pas, si on les tient en observation dans des Poudriers, où ils n'ayent point de terre, on leur voit une inquiétude extrême pour en chercher; à la fin cependant ils s'en passent, & cèdent à la nécessité.

Ils ne se font point de Coque pour s'y enfermer, leur propre peau, qui leur est devenuë étrangere parce qu'ils ont scû s'en séparer, & s'en détacher parfaitement, leur sert à cet usage. Elle est assés solide & assés épaisse, & elle l'est d'autant plus qu'ils n'en avoient jamais changé dans leur vie de Ver, car il est visible qu'une dernière peau nouvelle seroit plus tendre & plus mince.

Sous cette enveloppe ils ont la figure d'une Sphere allongée, divisée par Anneaux perpendiculaires à son grand diamètre. Il y a bien loin de ce Sphéroïde à une Mouche; aussi ne devient-il pas Mouche immédiatement par un simple développement de parties roulées, emboîtées les unes dans les autres; il se fait un changement de figure trop considérable. Le haut du Sphéroïde s'allonge beaucoup au bout de quelques jours, il est sorti de son intérieur des parties qui ne se montroient point auparavant, & le tout ensemble prend une figure de Nimphe où l'on démêle assés distinctement ce qui sera la Tête, les Jambes, les Ailes d'une Mouche, au lieu qu'on ne voyoit qu'une Boule assés uniforme. M. de Reaumur croit pouvoir compter ici deux métamorphoses, l'une en Boule, l'autre en Mouche.

Quand le Ver est assés devenu Mouche pour être en état

de quitter sa Coque, il trouve tout disposé pour sa sortie. A l'endroit de sa Tête il y a deux petites plaques circulaires ou *calottes* qui la recouvrent, peu attachées au reste de la Coque, & qui peuvent s'en séparer quand la Tête fera contre elles un effort suffisant. Mais il faut qu'elle puisse n'en être pas capable, peut-être à cause de sa figure, car enfin quand cette Tête veut pousser en dehors & abattre les calottes, il lui survient une nouvelle partie, une Vessie fort grosse par rapport à elle, arrondie par toute la surface qui doit frapper les calottes, au moyen de quoi elle les prend en plein, & les renverse. Cette Tête est alors à figure variable, quoique le Ver n'en eût pas une pareille, & que la Mouche n'en doive plus avoir passé ce moment-là.

Cette Tête qui s'est grossie pour forcer les murs d'une prison, n'a pas besoin de demeurer en cet état pour en sortir, au contraire il lui convient d'être aussi menuë qu'elle peut. Quand elle est dehors, les premières Jambes viennent se montrer sur le bord de la Coque ouverte où elles s'appuyent, & le reste du corps ensuite se tire facilement en haut sur cet appui.

La Mouche dégagée de sa Coque n'est pas encore entièrement Mouche par les fonctions. Ses deux Ailes immobiles, appliquées des deux côtés de son corps, ne sont que comme deux Bâtons roides, & tout au plus on s'apperçoit que ce sont deux Eventails bien pliés. Tout l'Animal paroît inanimé, mais en quelques heures il lui vient de la vie, ses Ailes s'étendent peu à peu, il vole enfin. Quoique les Insectes ne croissent plus après leur dernière métamorphose, il semble que celui-là croisse encore étant sorti de la Coque, ses Ailes même non-seulement se déploient, mais deviennent plus épaisses. Cependant M. de Reaumur croit que cet accroissement n'est qu'une apparence produite par l'Air dont l'Animal se pénètre alors intimement, jusqu'entre deux Membranes très-fines, qui forment ses Ailes.

Dès que la Mouche a toute sa perfection & toute sa force, elle n'est plus destinée qu'à l'accouplement, & de plus, si

elle est femelle, à la ponte. L'accouplement n'a rien de remarquable, si ce n'est que dans ce même Genre de Mouches de la Viande, il y a des especes où la Femelle fait les principales avances, où elle introduit dans la partie postérieure du Mâle une partie qui va chercher la liqueur de la fécondation; du moins M. de Reaumur a de bonnes raisons pour le conjecturer, & en général on voit que des grands Animaux aux Insectes, tout est presque à contre-sens.

La Mouche Bleuë n'attend que la fécondation pour se soulager de ses Œufs qui remplissent presque toute la capacité de son corps, non-seulement elle a soin de né les déposer que sur de la Viande, mais elle choisit de la Viande fraîche & humide, autrement les petits Vers, qui vont éclore, y périroient faute d'y pouvoir mordre, si elle étoit sèche & dure, ils l'attendrissent encore eux-mêmes par une certaine humeur glutineuse qu'ils transpirent, & qui en hâte la corruption à leur profit, car on éprouve que la Viande exempte de Vers, ne se corrompt que plus lentement.

Ces Vers croissent avec une vitesse prodigieuse. En 24 heures, ils peuvent devenir 210 fois plus gros, ce qui est monstrueux par rapport à tout ce que l'on connoissoit. C'est en pesant une certaine quantité d'Œufs, & ensuite les Vers qui en sont sortis, que l'on s'assûre de cette énorme différence.

Les Œufs n'ont pas été jetés çà & là au hazard, ils sont par petits paquets séparés, où ils ne sont pas même encore confusément, mais posés parallèlement les uns aux autres, & de façon que leur bout, soit antérieur, soit postérieur, regarde du même côté.

Il y a dans quelques especes des Œufs qui, à leur bout antérieur, portent deux petits Ailerons étendus en dehors, l'un à droite, l'autre à gauche. Si l'Œuf étoit poussé de haut en bas dans quelque matière molle, ils empêcheroient qu'il ne s'y enfonçât entièrement, & c'est effectivement pour cela qu'ils paroissent faits. Lorsque la Mere fait entrer ses Œufs dans de la matière qu'elle trouve bien conditionnée, ils pourroient y entrer de façon à y être engloutis, le bout antérieur

étant submergé, le Ver qui doit sortir par-là ne le pourroit pas; les Aîlerons empêchent cette submersion, & préviennent ce péril.

Nous n'avons encore parlé que de Mouches Ovipares, mais dans ce même Genre, où nous sommes, de Mouches à deux Aîles, il y en a aussi de Vivipares, quoiqu'en moindre nombre, du moins selon ce qu'on en sçait jusqu'à présent.

On a soupçonné, car que ne peut-on pas penser des Insectes? qu'une même Mouche pouvoit être Ovipare, & Vivipare, faire ses Petits tantôt renfermés dans des Œufs, tantôt dégagés de ces enveloppes. Mais M. de Reaumur a trouvé par sa fine Anatomie trop de différence entre la disposition intérieure des Mouches Ovipares, & celle des Vivipares. Dans les Ovipares, des Vaisseaux rassemblés en deux paquets renferment deux tas très-distincts d'Œufs, l'un à droite, l'autre à gauche. Dans les Vivipares, une membrane assés large roulée en cinq tours autour d'un centre, qui est celui du Corps, est chargée d'Œufs assés régulièrement, & même agréablement arrangés. Il n'est pas vraisemblable que deux mécanismes si différents, ne soient pas destinés chacun à son usage particulier, exclusivement à celui de l'autre.

On trouve assés de Vers, mais on ne sçait s'ils sont sortis d'Œufs, ou nés vivants, & à les suivre avec beaucoup d'attention jusque dans leur état de Mouches, on ne sçait encore le plus souvent s'il en vient des Œufs, ou des Vers, car il est très-rare de voir les Mouches dans l'action de pondre. M. de Reaumur a imaginé de les faire accoucher de force, lorsqu'il les voit assés proches naturellement de leur terme. Il leur serre le ventre entre ses doigts avec une certaine force dont on apprend le degré par l'usage, & il voit sortir ou des Œufs, ou des Vers.

Il y a des Vers qui naissent deux fois, puisqu'on peut dire qu'un Animal est né, lorsqu'ayant toute la forme qu'il doit avoir, il est sorti du lieu où il a acquis cette forme par degrés. En ouvrant certaines Mouches vivipares, on trouve des Vers parfaitement sortis des Œufs contenus dans cette

Membrane roulée dont nous avons parlé. Ils sont déjà précisément tels qu'ils seront, ils sont donc nés à l'égard des Œufs où ils étoient, quoiqu'ils soient encore renfermés dans le ventre de leur Mere, & quand ils en sortiront, ce sera la seconde naissance, plus marquée, & plus sensible.

Ces Vers qui ont deux naissances ne peuvent pas avoir la première tous à la fois, ni par conséquent la seconde. Ils sont plus gros étant Vers qu'ils n'étoient Embryons, & comme ils se meuvent à leur gré, il leur faut plus d'espace qu'à des Œufs immobiles. Le Ventre de la Mouche ne pourroit donc pas les contenir tous sous la forme de Vers. Leur nombre fortifie encore cette preuve, il peut y en avoir jusqu'à 20 mille. Cependant les pontes successives ne tiennent pas beaucoup de temps.

Nous remarquerons à cette occasion, qu'il y a telle Mouche vivipare qui n'a jamais que deux gros Œufs à la fois. Voilà deux *extrêmes* bien éloignés.

M. de Reaumur a suivi les Mouches aussi loin que les Yeux & le Microscope ont pu aller. Il a fini par une Mouche qui quoiqu'elle ait les Ailes, quand elle les étend, fort grandes par rapport au reste de son Corps, ne paroît pas aux yeux faire en tout un plus grand volume que la tête d'une grosse Epingle, mais il est bien certain que ce ne sont pas là les plus petits Animaux de cette espece, puisque ces Mouches sont nées de Vers plus petits, & en produiront à leur tour, & qui sçait à quel terme de petitesse les Animaux s'arrêteront? car le terme de grandeur, nous l'avons pour ce Globe Terrestre.

Tout le Monde sçait que certaines liqueurs, de l'eau où l'on a fait infuser certaines matières, paroissent au Microscope pleines d'Insectes, de Vers souvent très-vifs. Il y a toute apparence que ces dernières petites Mouches visibles à l'œil, & même d'autres invisibles, ont été déposer ou leurs Œufs ou leurs Petits vivants sur ces différentes liqueurs, & que par la subtilité de leur instinct, elles ont choisi celles qui leur convenoient le mieux.

Toute la difficulté ne peut être que de s'assurer si ces Insectes n'étoient point naturellement contenus dans ces liqueurs, s'ils leur sont venus de dehors. M. de Reaumur prétend qu'il n'y a point d'Insecte qui puisse se conserver vivant dans une liqueur bouillante, les particules de feu, aussi subtiles & agitées qu'elles le sont, détruiront toute organisation animale, & le plus petit corps ne pourra se dérober à elles par sa petitesse. Des Insectes qui paroissent au Microscope dans des Infusions qui avoient bien bouilli, n'y étoient donc pas naturellement, l'Air ou plutôt de petits Animaux dont l'Air est plein, les y ont apportés, & ce qui le confirme bien, c'est qu'ils ne paroissent qu'au bout de quelque temps. Quand on expose à l'Air de l'eau simple, ou des Infusions qui n'ont point bouilli, il faut attendre le même temps pour voir les Insectes; nouvelle confirmation. Les différentes Infusions ont différents Insectes, & tant dans celles qui ont bouilli que dans celles qui n'ont pas bouilli, on ne voit que les mêmes Insectes, ceux qui sont propres à chacune.

Plusieurs habiles gens croient que les Maladies Epidémiques viennent des Insectes, ce sentiment est tout au moins très-probable. On avale par la respiration ces petits Animaux invisibles de l'Air, & pour l'ordinaire on les avale impunément, quoiqu'ils puissent picoter, & déchirer des parties très-fines, quoique les cadavres de ceux qui mourront dans notre corps puissent y causer quelque corruption, mais enfin ils n'auront pas été en assez grande quantité pour produire ces mauvais effets. Que si, comme il est très-possible, il vient une année, une saison, où leur nombre soit beaucoup augmenté, les mauvais effets s'ensuivront. Il est encore très-possible que ces Animaux ne soient pas tous funestes par le nombre seul, mais que quelques especes seulement le deviennent en ce cas-là. Il y aura quelques especes ennemies des Hommes, d'autres des Bœufs, &c. Les unes pour une partie du Corps, les autres pour une autre, &c. car le prodigieux nombre d'Insectes visibles que l'on connoît, autorise

à en supposer autant d'invisibles, & quoiqu'il reste à tout cela du vague & de l'indéterminé, il y en a sans comparaison moins que dans toutes les suppositions qu'on feroit de la corruption seule de l'Air.

Après les Mouches communes qui se répandent en Été jusque dans les maisons, il n'y en a point de plus connues que les Cousins, ne fust-ce que par le mal qu'ils nous font, quelquefois assez considérable. Nous finirons par une Histoire des Cousins, suivie d'un bout à l'autre, mais fort en abrégé, & que nous croyons qui pourra suffire à la curiosité de la plupart des gens.

Les Cousins commencent par être des Vers aquatiques, ils n'aiment point les eaux courantes, ils préfèrent celles qui sont en repos, ou même qui croupissent, comme celles des Marais, & de-là vient qu'ils sont en si grande-quantité dans les lieux marécageux.

Quoiqu'aquatiques, ils ont perpétuellement besoin d'air, & ils le prennent par un tuyau assez long, qui sort de la partie postérieure de leur corps, de leur dernier Anneau. Ils expirent quelquefois de l'air par ce même conduit, à moins cependant que ce conduit qui paroît simple, ne soit double, ce qui seroit très-possible.

Ils tiennent toujours ce tuyau exactement posé sur la surface de l'eau où ils nagent, ou seulement un peu au dessus, de sorte qu'ils ont toujours la tête en bas. D'autres Vers aquatiques ne respirent que par un pareil tuyau, mais plus long; aussi en élevent-ils une plus grande portion hors de l'eau, & quand ils sont plusieurs ensemble, on voit la surface de l'eau picquée de petits dards perpendiculaires, sans que l'on voye d'où ils partent, ni ce qui les soutient dans cette situation.

Les Vers qui deviendront Cousins, changent trois fois de peau en quinze jours ou trois semaines, & cela sans sortir de l'eau, mais non pas sans y changer de situation. Ils s'étendent horizontalement sur sa surface, le dos en enhaut, ils se recourbent un peu en enfonçant la tête & la queue sous l'eau, & s'y appuyant par les deux extrémités de leur corps, & un effort

effort qu'ils font en même temps contre la peau de leur dos, la fait entr'ouvrir, & cette première fente une fois faite s'aggrandit toujours, & laisse passer facilement le corps entier revêtu d'une peau nouvelle, plus tendre & plus blanche. La vieille dépouille a aussi parfaitement la forme de tout ce qu'elle enveloppoit, qu'un Gand a celle de la Main.

C'est encore précisément la même chose quand ils changent de peau la dernière fois, & pour se métamorphoser; toute la différence est qu'alors ils sortent de leur ancienne peau avec une figure courte & lenticulaire, au lieu qu'ils en avoient auparavant une longue & cylindrique. On voit une Nimphe qui n'est point enfermée dans une Coque d'aucune espèce, qui n'est point immobile comme la plupart des autres, qui n'a nulle apparence de devoir bien-tôt habiter l'Air & voler, & qui bien loin de là nage au moyen d'une espèce de petit Aviron qu'elle a.

Cette Nimphe cependant deviendra Cousin. Si le Corcelet ou le Corps d'un Cousin touchent l'eau, il est perdu, il périt aussi-tôt; comment la Nimphe qui est sur l'eau pourra-t-elle devenir Cousin sans que son Corcelet ou son Corps touchent l'eau? Car on juge bien que sa métamorphose une fois faite, il n'y a plus rien à craindre, elle s'envolera. Elle a donc besoin d'employer dans le temps de sa métamorphose une extrême adresse, & on n'auroit pas trop deviné tout ce qu'elle en employe.

Elle se défait de sa peau de Nimphe, à peu près comme elle s'étoit défait de ses peaux, étant Ver; à mesure qu'elle se dégage de son enveloppe, elle se dresse sur la surface de l'eau, & y fait tomber ce qui est déjà détaché de son corps, de sorte qu'elle s'en fait une espèce de petite planche flottante, qui la porte. Quand elle est entièrement dépouillée, elle est perpendiculairement sur cette planche comme un Mât; la planche a même vers ses bords quelque courbûre qui la rend plus semblable à un Bateau, & empêche l'eau d'entrer. Après cela le Cousin, qui a toute sa dernière forme, n'a plus qu'à étendre ses longues jambes de devant sur l'eau qui l'appuye

suffisamment, & celles de derrière sur son Bateau, & il s'en-vole sans s'être aucunement mouillé le Corcelet ni le Corps; la longueur de ses Jambes l'en a préservé. Toute l'opération de la métamorphose ne dure guère qu'une Minute, mais comme elle est fort délicate, le moindre mouvement de l'eau, le moindre vent la trouble, & il y périt beaucoup de Cousins, dont l'espece soutient aisément cette perte par sa fécondité. La Nature a tellement balancé les périls & les préservatifs, les inconveniens & les ressourcées, que les uns ne prévalent jamais considérablement sur les autres, & que tout se maintient à peu-près dans le même état.

Dès que les Cousins sont parvenus à l'être, ils sont nos ennemis déclarés, ils nous attaquent & nous blessent avec des traits empoisonnés, & quelquefois la multitude de ces blessures peut mettre des bras ou des jambes en péril. L'instrument, dont le Cousin se sert, est une Trompe très-visible, longue d'une ligne, terminée par une pointe très-déliée, cela est bien simple, mais ce n'est plus la même chose au Microscope, l'Aiguillon n'est pas unique, ç'en sont cinq ou six, ils sont enfermés dans un Etui plus solide, cet Etui est fendu dans sa longueur, & s'ouvre quand il faut laisser sortir les Aiguillons. Mais pourquoi plusieurs Aiguillons? picquent-ils tous ensemble ou séparément? se relayent-ils les uns les autres? que devient l'Etui ouvert pendant que l'Aiguillon picque? car l'Aiguillon s'enfonce dans notre chair, presque de toute sa longueur, & l'Etui ne le suit pas, puisqu'ils sont alors séparés. De plus il ne suffit pas à l'Insecte de nous picquer, il faut qu'il succe notre sang pour se nourrir, & on ne voit point par quel canal il peut le succe.

Toutes ces difficultés & d'autres encore plus recherchées, ont été amplement traitées par M. de Reaumur, qui pour les résoudre s'est souvent offert volontairement aux Cousins, & a donné son sang, mais il ne s'est pas encore contenté sur tous les points.

On peut être surpris qu'une aussi légère playe que celle qui est faite par un Cousin, cause une inflammation assez

douloureuse. Mais il est très-vraisemblable que le Cousin, pour rendre plus fluide notre sang qui seroit trop grossier & trop épais par rapport à ses vaisseaux, y mêle quelque liqueur qui vient de lui, & que cette liqueur est un poison pour nous.

Il y a d'autres Mouches qui sont bien pis que de piquer, qui vont porter & déposer un Œuf sous la peau d'un gros Animal tel qu'une Vache, un Œuf d'où éclôt un Ver qui se nourrit du pus qui arrive ou se forme incessamment dans la petite cavité où il est logé jusqu'à ce qu'il en sorte pour sa métamorphose, & cependant l'Animal n'en ressent ni douleur, ni incommodité, quoiqu'il ait quelquefois sous sa peau jusqu'à 15 de ces Habitants étrangers. Peut-être sont-ils même là comme des Cautes qui font un bon effet, tant il regne par-tout une grande variété.

Dans cette grande multitude de Cousins que l'on voit, on n'en a point encore vû deux accouplés. Les Œufs sont distinguer bien sûrement les Femelles d'avec les Mâles, mais on en demeure là. M. de Reaumur, qui les a bien épîés, en est réduit à soupçonner qu'ils ne s'accouplent qu'en l'air, allés haut pour être hors de la portée de notre vûe, & peut-être même pendant la nuit pour assurer mieux le mystère.

En récompense leur ponte est un morceau des plus curieux de leur Histoire. Il faut qu'elle se fasse sur l'eau, puisque les Vers qui naîtront, y doivent vivre. Les Œufs n'y sont pas semés à l'aventure, mais en petits paquets où ils sont posés les uns contre les autres, tous en un même sens, car vûs au Microscope, ils ressemblent à des Quilles plus grossières par le bout d'enbas, & droites sur l'eau par ce bout-là. On ne concevroit pas bien comment l'Insecte a pu les placer si régulièrement dans cette situation, & les assujettir à s'y tenir, sur-tout ceux qui sont sortis les premiers, & n'ont pu être appuyés sur d'autres déjà placés, l'Insecte y employe une industrie qu'apparemment on ne devineroit pas. Il étend horizontalement ses deux dernières Jambes, & les croise l'une sur l'autre le plus près qu'il peut de son Anus. Le premier

Œuf qui fort va frapper à l'angle intérieur qu'elles font ensemble, & est en même temps retenu par elles dans une même position, sans en pouvoir changer. Pour l'Œuf suivant, l'angle des deux Jambes en s'ouvrant un peu plus le reçoit, & le serre pareillement, & toujours ainsi de suite. Cette operation se fait ordinairement ou sur une feuille flottante, ou contre les parois de ce qui contient l'eau. Nous pouvons prévoir bien sûrement que notre admiration augmentera toujours avec le nombre de nos découvertes. Notre principale instruction sera d'apprendre combien nous savons peu, & combien de choses nous devons toujours ignorer.

O B S E R V A T I O N S D E P H I S I Q U E G E N E R A L E .

I.

ON sçait qu'il se fait une grande évaporation de la Neige, mais on ne sçait peut-être pas si-bien que cette évaporation se fait malgré la Gelée, & même quoique le froid augmente. M. de Reaumur en a fait l'expérience.

I I.

M. Geoffroy a montré une pièce d'Os trouvée dans une Caverne sur une Montagne très-élevée près de Bordeaux, appelée St^e Croix du Mont. On a cru que ce pouvoit être l'extrémité inférieure de l'*Humerus* de quelque grand Animal différent de l'Eléphant. Quel sera cet Animal? Apparemment ce fait tireroit beaucoup à conséquence si on pouvoit l'approfondir.

I I I.

On a vû assés de Météores ignées, Etoiles qui *tombent*, ou qui *filent*, flammes volantes, globes de feux, &c. mais M. de Genflane fit à l'Académie la relation d'un Phénomene de cette espece, qui mérite d'être remarqué parmi tous les autres. Il l'observa à Paris le 13 Juillet sur les 11 heures du soir. C'étoit une espece de grande Etoile très brillante, placée assés

près des petites Etoiles du Genou droit de Persée. Son diamètre étoit à peu-près le quart de celui de la Lune, & elle avoit une queue presque à la manière d'une Comete, mais aussi brillante que la tête, & pas plus longue que le quart du diamètre de cette tête.

Le mouvement de ce Phénomene étoit très-rapide & fort bizarre. Comme il ne fut observé qu'à la vûe simple, M. de Genslanc vit mieux la bizarrerie qu'il ne put juger de la vitesse. Le Phénomene partit du premier point où il avoit été apperçu, & décrivit une Courbe, qui après avoir monté, redescendoit jusqu'à un point un peu plus bas que celui de l'origine. Là s'éleverent par cinq ou six reprises des especes de fusées qui retomboient ensuite au point commun d'où elles étoient parties, & de-là le phénomène retourna au premier point de son origine par une seconde Courbe qui s'élevait moins que la première. Il retourna encore vers le même point où il s'étoit arrêté dans son premier cours, mais par une Courbe beaucoup moins régulière que les deux précédentes; elle étoit ondée, s'élevant & s'abaissant alternativement, & elle se seroit étendue plus loin que les deux autres, si une Colline n'eût pas caché le tout. L'observation ne dura qu'une bonne demi-heure.

De la grandeur qu'avoit l'Etoile au commencement de l'observation, elle vint à n'avoir plus que celle d'une Etoile de la 2^{me} grandeur, & son éclat, égal d'abord, & semblable à celui de Venus, ne fut plus sur la fin que celui d'un Charbon ardent. Quand elle alla par la Courbe ondée, l'éclat fut inégal dans les élévations & les abaissements, & plus uniforme dans les autres Courbes qui approchoient plus d'une droite.

I V.

Le 18 Octobre à 4 heures & demie du soir, M. Daleman, Ingénieur, revenant de faire un Nivellement à Chamfort dans le Comtat, fut surpris d'entendre tout-à-coup un bruit souterrain aussi grand que celui de 100 pieces de Canon de 24 livres de balle tirées à la fois. La Terre trembla sous

les pieds, & les Glands de quelques Chênes qui étoient sur son chemin, tombèrent aussi dru que si s'avoit été de la Grêle; le Ciel étoit assés serein. Deux Minutes après il tomba une pluie de terre, comme lorsqu'une Mine a joué, cette secoussé dura deux Minutes. M. Daleman apprit que l'allarme avoit été grande à Carpentras; des Cheminées, des Croix de pierre furent abbatuës. Dans plusieurs endroits de la Campagne on trouva la terre entr'ouverte à une si grande profondeur, que les Perches des Laboureurs n'étoient pas assés longues pour aller jusqu'au fond.

V.

Les Paroisses de Meunes & de Couffy dans le Berry à deux lieuës de St Aignan, & à demi-lieuë du Cher vers le Midi, sont les endroits de la France qui produisent les meilleures Pierres à fusil, & presque les seules bonnes. Aussi en fournissent-ils non-seulement la France, mais assés souvent les Pays étrangers. On en tire de là sans relâche depuis long-temps, peut-être depuis l'invention de la Poudre, & ce Canton est fort borné. Cependant les Pierres à fusil n'y manquent jamais, dès qu'une Carrière est vuide, on la ferme, & plusieurs années après on y trouve des Pierres à fusil comme auparavant. Voilà ce que M. le Comte de Bièvre, qui avoit tout observé sur les lieux & assés long-temps, avoit écrit dans une Lettre que M. d'Inard fit voir à l'Académie. Les Carrières & les Mines épuisées se remplissent donc de nouveau, & sont toujours fécondes, comme le concluoit l'Auteur de la Lettre.

V. les M.
P. 337.

Nous renvoyons entièrement aux Mémoires Les Observations du Thermometre faites pendant l'année 1738, en différents Climats, comparées à celles de Paris, par M. de Reaumur.

p. 428. Les Observations Météorologiques de 1738, par M. Cassini.





ANATOMIE.

OBSERVATIONS ANATOMIQUES.

I.

M. LIEUTAUD Médecin à Aix & Correspondant de l'Académie, a observé que la Rate n'a point de grosseur déterminée, & toujours à peu-près la même. Il a trouvé & sur l'Homme & sur plusieurs Animaux vivants, que le volume de la Rate dépend de l'Estomac plein ou vuide; s'il est plein, il la presse & la resserre; s'il est vuide, il lui permet de s'étendre. Ainsi c'est dans un même Sujet que la grosseur de la Rate varie selon la circonstance de l'Estomac plein ou vuide, & d'un Sujet à un autre, il y a toute apparence que cette grosseur ne varie pas plus que celle des autres parties.

Quand l'Estomac est vuide, le Sang séjourne davantage dans la Rate, qui est alors gonflée, & y devient moins coulant, & ensuite à mesure que l'Estomac, qui se remplit, comprime la Rate, ce Sang est chassé avec force dans la Veine Splénique, devenu plus propre à la sécrétion de la Bile, parce qu'il a acquis plus de densité en séjourant dans la Rate. M. Lieutaud tire les mêmes conséquences par rapport aux Veines Mésentériques, & aux autres Veines dont la réunion fait la Veine-porte.

II.

On sçait que les Stigmates sont dans un grand nombre de Chenilles les seules bouches de la respiration, & que si on les ferme en les frottant d'Huile, bien-tôt après ces Animaux meurent. Cependant M. Bafin Correspondant de l'Académie, & qui seconde M. de Reaumur dans ses recherches sur les Insectes, lui a appris qu'ayant ouvert le ventre

à des Chenilles qu'il avoit huilées, & qu'il comptoit pour mortes, il leur avoit vû reprendre la vie; & même l'opération de leur ouvrir le ventre n'avoit pas été médiocrement cruelle, il avoit tiré de leur corps l'Estomac, les Intestins, & toutes les parties qui pouvoient cacher le long Vaisseau qui suit la longueur de leur corps, & auquel on a donné le nom de *Cœur*; qu'auroit-il fallu de plus pour tuer les Chenilles les plus saines & les plus vigoureuses?

C'étoit cela même qui leur avoit rendu la vie, car autrement elles seroient demeurées dans cette apparence de mort, qui se seroit bien-tôt changée en une mort réelle. C'est le fait, mais pour l'expliquer, M^{rs} de Reaumur & Bafin conjecturent qu'en ouvrant le corps de la Chenille huilée, & en coupant ce qui retenoit l'Estomac & les Intestins, on ouvroit des Trachées qui pouvoient porter l'Air au Cœur. La merveille subsiste pourtant encore en partie, quelle cause a déterminé cet Air à aller au Cœur, lorsqu'on ne voit plus aucun mouvement dans l'Animal?

Il n'est pas étonnant que toutes les Chenilles ne soient pas également fortes, & ne demeurent pas pendant le même temps en état de reprendre la vie. Jusqu'à présent le temps le plus long que l'on connoisse, au bout duquel on puisse les ouvrir utilement, est de 12 heures.

Le Cœur ne recommence à battre qu'un quart d'heure au plûtôt après l'ouverture du ventre.

Comme il est fort long, il recommence à battre tantôt à un endroit, tantôt à un autre, & de là le battement se communique aux autres parties.

Il devient pareil à celui qui se voit dans les Chenilles vivantes, mais il ne dure guère qu'une demi-heure, & il se termine par la véritable mort.

III.

Pendant le Carême de 1737, une Dame dont nous supprimons le nom, âgée de 45 ans, vint de Vesoul à Besançon, pour y solliciter un procès de la dernière conséquence pour elle, & qui, si elle l'eut perdu, eût mis le comble

à des

à des malheurs très sensibles qu'elle avoit déjà effuyés. Agitée de la plus vive inquiétude, elle ne sortoit point ou de chés ceux à qui elle avoit affaire, ou des Eglises pour tâcher de mettre le Ciel dans ses intérêts; on l'y voyoit quelquefois allant se prosterner devant tous les Autels l'un après l'autre, d'une manière à se faire remarquer de tous les Assistants. Elle dormoit peu, & ne mangeoit presque point, soit parce qu'elle avoit perdu l'appetit, soit parce qu'elle se déroboit à elle-même sa subsistance pour faire plus d'aumônes qui lui obtinssent un bon succès.

Elle apprit cependant que l'air du Bureau ne lui étoit pas favorable, & la veille du jour qu'elle devoit être jugée, elle tomba vers les 5 heures du soir dans un état que l'on prit pour une Apoplexie, & l'on alla avec grande précipitation, chercher M. Attalin Professeur en Médecine à Besançon, qui y courut avec M. Vacher Chirurgien des Hôpitaux de cette Ville, Correspondant de l'Académie.

Ils trouvèrent la Dame assise dans un fauteuil, immobile, les yeux fixés en enhaut, & brillants, les paupières ouvertes, & sans mouvement, les bras élevés, & les mains jointes, comme si elle eût été en Extase. Son visage, auparavant trisle & pâle, étoit plus fleuri, plus gai, plus gracieux qu'à l'ordinaire. Elle avoit la respiration libre & égale, & les Muscles du bas-Ventre jouoient avec facilité. Son poux étoit doux, lent, & assés rempli, le même à peu-près qu'aux personnes qui dorment tranquillement. Ses membres étoient souples, légers, & se laissoient manier en tel sens qu'on vouloit, sans faire aucune résistance; mais, & c'étoit là ce qui caractérisoit son mal, ils n'étoient que trop obéissants, ils ne sortoient point de la situation où on les avoit mis.

On lui abbaissoit le Menton, la Bouche s'ouvroit & restoit ouverte. On lui levoit un Bras, ensuite l'autre, ils ne retomboient point; on les lui tournoit en arrière, & on les élevoit si haut que l'homme le plus fort ne les eût pas tenus longtemps dans cette attitude, ils y demeuroient d'eux-mêmes tant qu'on les y laissoit. On la mit debout pour faire sur

ses Jambes les mêmes épreuves que sur les Bras, & pour donner aux Jambes & aux Bras en même temps des attitudes difficiles à soutenir, & il est aisé de juger que non-seulement l'envie de connoître & d'approfondir le mal, mais encore une certaine curiosité pour un pareil spectacle, firent imaginer tout ce qu'il y avoit de plus bizarre; la Malade fut toujours comme une Cire molle, qui prend successivement toutes les figures que l'on veut, & s'en tiendra éternellement à la dernière. M. Attalin dit qu'il croit qu'elle se fût tenue la tête en bas, & les pieds en haut. Ce qui est très-surprenant, c'est que son Corps, quoiqu'on l'inclinât en différentes façons, conservoit toujours, & constamment un parfait équilibre. Il sembleroit que la Statuë de Cire se colloît par les pieds à ce qui la portoit, pour s'empêcher de tomber.

Elle paroissoit insensible. On la secouoit, on la pinçoit, on la tourmentoît, on lui mettoit sous les pieds un Réchaud de feu, on lui crioit même aux Oreilles qu'elle gagneroit son procès; nul signe de vie. C'étoit une Catalepsie parfaite.

M. Attalin fit venir M. Charles Professeur comme lui en Médecine, la Dame fut saignée du pied par M. Vacher, ces M^{rs} allèrent souper, & revinrent bien vite à leur Malade. Ils la trouvèrent revenue de son accident, qui avoit duré 3 ou 4 heures, & elle les étonna beaucoup par un discours assez long, bien prononcé, bien lié, où elle faisoit une histoire pathétique de ses malheurs, & racontoit tout le détail de son procès, le tout accompagné de réflexions morales qui naissoient du sujet, & de Prières à Dieu qu'elle n'avoit point prises dans ses Heures, mais qu'elle composoit sur le champ.

On commença par la rassurer autant que l'on put, aux dépens même de la vérité, sur ce fatal procès, qui avoit causé tant de ravage dans son ame, ensuite on l'interrogea soigneusement sur tout ce qui s'étoit passé en elle pendant son accès.

Elle ne voyoit rien, quelquefois seulement elle entendoit, & même si bien qu'elle reconnut quelques personnes à la voix. Elle ne se souvenoit point d'avoir été saignée, mais

elle s'en douta quand elle se vit le pied lié. Le Réchaud de feu, qui auroit dû lui faire une impression beaucoup plus sensible qu'une voix, ne lui en avoit fait aucune. Quoiqu'elle eût été fort tourmentée, il ne lui en restoit point de douleur, ni même de lassitude.

Pendant qu'on s'entretenoit ainsi avec elle, on s'apercevoit que de temps en temps elle interrompoit son discours pour pousser de petits soupirs, & que dans ces moments ses yeux devenoient fixes & immobiles. On ne manquoit pas aussi-tôt de faire tout ce qui étoit possible pour prévenir l'accès dont on étoit menacé. Elle revenoit d'abord à elle, & continuoît de parler, mais sans reprendre le fil de son discours où elle l'avoit laissé; elle en commençoit un autre, quoiqu'on la fit souvenir de quoi il avoit été question, & à quel point elle en étoit demeurée; & cela arrivoit toutes les fois que cette petite menace d'accès avoit interrompu son discours. L'idée de ce qu'elle avoit encore à dire périssoit absolument, & il s'en présentoit à elle une autre qu'elle n'étoit pas maîtresse de refuser.

Au bout d'une heure l'accès vint dans toute sa force, les accidents Cataleptiques furent les mêmes, ou peut-être plus marqués que la première fois. Quand ils furent finis, la Malade assise dans son fauteuil, se mit à parler pendant une bonne heure & demie sur le ton & dans le stile que l'on connoissoit déjà, mais enfin ses discours sensés se changèrent en extravagances accompagnées de hurlements affreux, & elle fut attaquée d'une Frénésie violente, dont la Catalepsie n'avoit été que le prélude.

Tous les remèdes, que les habiles gens qui la traitoient, purent employer pendant trois ou quatre jours qu'elle passa encore à Besançon, furent inutiles. On la renvoya chés elle à Vesoul, & ce qui ne surprendra peut-être pas moins que sa maladie, elle est actuellement à Vesoul en bonne santé, sans avoir eu aucune récidive. Viendra-t-il un temps où ces sortes de phénomènes s'expliqueront ?

Le même M. Vacher, dont nous venons de parler, a envoyé à l'Académie un petit brin de Paille de Chanvre, qui avoit tué une Femme de 57 ans, d'un tempérament fort & robuste. Elle l'avoit avalé en brisant du Chanvre sur une Bancelle, pour en séparer les Chenévottes, elle ne s'en étoit nullement appercüe, & elle ne s'en douta que quand elle fut faillie peu de temps après d'une Toux douloureuse, & d'une extrême difficulté de respirer & de parler. Elle se sentoît toujours le Goticier picoté. Elle mourut en moins de trois jours, & M. Vacher qui l'ouvrit, trouva le brin de Paille dans l'intérieur de la 1^{re} Subdivision des Bronches, qui se distribuoit à l'entrée du Lobe gauche du Poumon. Il étoit situé transversalement comme une Barre dans la Bronche au dessus de la division, fiché de manière qu'il en picquoit par ses deux pointes les parois internes. L'irritation continuelle qu'il causoit à des parties d'un sentiment très-vif & très-exquis, enflamma le Poumon, qui en portoit effectivement toutes les marques, les autres Viscères étant parfaitement sains.

V.

* p. 38.

M. le Comte de Bièvre écrivoit dans la même Lettre dont on a déjà parlé * un fait singulier, qu'il garantissoit. Une Payssanne du Bourg de Villantroy en Berry, accoucha dans l'Été de 1737, mais l'Arrière-faix ne vint point après l'Enfant, & quelques jours ensuite la parole lui manqua. Quoiqu'elle ne fût pas *délivrée*, la santé lui revint, & elle se remit à travailler dans son ménage comme à l'ordinaire, à cela près qu'elle gardoit un profond silence. Au bout d'un mois, il arriva un accident qui la mit tout d'un coup dans une telle colere contre son Mari qu'elle en recouvra la parole pour le gronder, & apparemment il fut bien repentant. Depuis ce temps-là elle parle aussi souvent & aussi librement qu'avant ses couches, ayant toujours son Arrière-faix dans le corps. Il y a là bien de l'extraordinaire, & de plus d'une espece.

VI.

M. le Cat, Démonstrateur Royal & Chirurgien de l'Hôtel-

Dieu de Roüen, a dit à l'Académie que dans un Enfant de huit jours il avoit trouvé les Veines Coronaires réunies dans un seul Tronc, qui, sans pénétrer dans l'Oreillette droite, se jettoit dans la Veine Souclavière gauche.

V I I.

Le même, en faisant la dissection d'un Marcaffin, a trouvé la Veine Azigos bifurquée vers la base du Cœur, & jettant chacune de ses Branches dans chacune des Oreillettes.

V I I I.

M. Morand a fait voir à l'Académie un morceau de Parchemin, du nombre de ceux qui ont été retirés de l'incendie de la Chambre des Comptes; il avoit souffert un changement qui parut mériter de l'attention. Comme il n'y avoit qu'une moitié de ce morceau qui ait éprouvé l'action du feu, elle étoit plus courte que l'autre d'un grand tiers, les lettres raccourcies & les intervalles des lignes rapprochés à peu-près d'autant. La surface étoit demeurée unie, & l'écriture sembloit en être plus lisible que celle du côté sain.

Il paroît donc que ce morceau de parchemin étoit devenu moins large & en même temps plus épais, en conservant une surface régulière, ce qui ne permet pas de croire que les Fibres se soient simplement plissées les unes sur les autres.

M. Morand imagina que le tissu du Parchemin étant fait de plusieurs couches de différentes Fibres, les Fibres intérieures s'étoient boursoufflées, pendant que les extérieures s'étoient froncées, ce qui expliquoit la diminution de la grandeur & l'augmentation de l'épaisseur.

Il falloit pour la justesse de l'explication, que la structure du Parchemin y fût conforme, & pour la découvrir, M. Morand fit plusieurs expériences. Celle qui lui réussit le mieux, fut de présenter au feu un morceau de Parchemin ordinaire, au point qu'il fût un peu froncé, un peu rétréci; ensuite il le fit tremper dans de l'eau simplement 24 heures, après quoi il sépara aisément trois couches très-distinctes; les deux extérieures d'un tissu très-ferré, celle du milieu plus molle & assés analogue au corps Muqueux de la peau.

Comme le Parchemin ordinaire n'est autre chose que de la Peau de Mouton, dont il n'est resté précisément que le Cuir, moyennant les préparations qu'il a essuyées, M. Morand espéroit que le procédé qui lui avoit servi à décomposer le Parchemin, pourroit réussir pour décomposer la Peau de l'Homme, ce qui auroit été utile aux Anatomistes, qui n'en développent pas aisément la structure; mais il l'a essayé en vain, & il n'a pu tirer pour la dissection aucun parti de l'observation qu'un pur hazard lui avoit offerte.

p. 36.
& suiv.

Cette année M. Ferren, dont nous avons déjà parlé en 1733*, a présenté à l'Académie de nouvelles recherches qu'il a faites sur les Vaisseaux Lymphatiques, appelés par M. Vieussens *Neyro-lymphatiques*.

Sur ce que l'on voit dans les Inflammations un grand nombre de petits Vaisseaux pleins de Sang, on juge que ces Vaisseaux, du moins une grande partie, ne portent dans leur état naturel que de la Limphe, & on se croit bien fondé à imaginer des Vaisseaux Lymphatiques, tant Artériels que Veineux, destinés à recevoir des Vaisseaux Sanguins la partie séreuse du Sang, & à la porter dans les parties du Corps à la manière de ces Vaisseaux. Ce n'est pas que tout cela ne soit extrêmement vraisemblable, mais enfin on ne l'a pas vu, & M. Ferren a beaucoup travaillé pour voir, & y a réussi, c'est-à-dire, qu'il a vu des Vaisseaux Lymphatiques dans leur état naturel, remplis seulement de leur sérosité transparente. Il a montré à l'Académie ceux de l'Uvée de l'Œil humain, où ils paroissent en grand nombre, disposés comme des Rayons serpentans qui alloient de la circonférence de l'Uvée à celle de l'Iris, & se subdivisoient comme des Vaisseaux Sanguins. C'est dans les Yeux bleus, ou tirants sur le bleu, que cela se voit le plus distinctement. Le Mémoire de M. Ferren renferme un détail très-ample de tout ce qui a rapport à la découverte & à l'histoire de ces nouveaux Lymphatiques, & fait sentir l'utilité qu'on doit tirer de cette recherche. L'Académie s'est bien confirmée dans l'idée avantageuse qu'elle avoit de la sagacité de l'Auteur en Anatomie.

Cette même année M. le Cat de Rouën, qui se trouvoit à Paris, vint rendre compte à l'Académie des différents succès qu'il avoit eus dans ses opérations de la Taille Latérale. Nous en avons déjà touché quelque chose en 1737 *, & annoncé des éclaircissements qu'on va donner. * p. 52.

Il déclara qu'en 1735 & 1736 il avoit cru ajoûter quelque perfection à cette opération, en essayant de faire à la Vessie une incision qui intéressoit le dedans de la Prostata, le Col de la Vessie & un grand pouce de son corps. Le coup de main lui paroissoit facile, mais les suites n'en furent pas heureuses, au moins ne put-on reconnoître d'autre cause de mort dans ceux qui succomberent; ils avoient eu les accidents les plus vifs de la Colique Néphrétique, & l'on trouva dans leurs cadavres que l'incision intérieure alloit presque jusqu'à l'Uretere gauche.

M. le Cat y ayant bien réfléchi, se renferma dans le projet de débriider seulement par une petite incision le Col de la Vessie & la Prostata à côté du *Veru-montanum*, afin d'ouvrir la voye à une douce dilatation. Pour cela il employe des Lithotomes étroits, & après avoir entamé les Téguments & l'Uretere avec un premier, il se sert d'un second un peu courbe, qui a la convexité de son tranchant fort court, tournée vers le *Rectum*, & qui n'abandonne point la crénelure de la Sonde. C'est avec celui-ci qu'il débriide sûrement & sans danger le Col de la Vessie. Il assure aussi qu'il tire de grands avantages des crénelures qui sont au côté droit de tous ses instruments, pour les introduire successivement l'un après l'autre.

C'est à ces corrections qu'il attribue les bons succès qu'il a eus cette année & la précédente dans huit opérations qu'il a faites dans l'Hôtel-Dieu de Rouën.

En même temps M. Morand & M. Guerin le fils à Paris, M. Perchet à Fontainebleau, & à Naples où il a été appelé pour être le premier Chirurgien du Roy des deux Siciles, & M. de la Haye à Rochefort, ont fait six autres opérations par

la méthode latérale, dont cinq ont réussi; treize en tout sur
q atorze.

Nous croyons devoir à cette occasion avertir d'une erreur
de fait qui se trouve dans un Traité de Chirurgie de M. Sharp
Anglois, Ouvrage estimé. Il n'est nullement vrai que la Taille
Latérale ait été défenduë en France. L'Auteur qui avoit été
mal instruit, a supprimé ce fait dans une 2^{de} Edition de son
Livre. On en auroit pu tirer une conséquence desavantageuse
aux Chirurgiens François, & injuste.

V. les M. **N**ous renvoyons entièrement aux Mémoires
p. 65. Les Remarques de M. Winslow sur plusieurs articles
du Traité de Borelli, *De Motu Animalium*.
p. 260. & Deux Ecrits de M. Lémery sur les Monstres.
305.



CHIMIE.

SUR L'ÉTAIN.

NOUS ne répéterons point d'après M. Geoffroy, qui a V. les M. entrepris d'étudier à fond l'Étain, l'histoire naturelle P. 103. de ce Métal, des différentes Mines d'où on le tire, de la manière dont on le reconnoît, dont on le sépare de sa Marcassite, dont on le travaille pour le débiter ensuite, &c. Il nous suffira de dire qu'il y en a en Angleterre, en Allemagne, en quelques pays des Indes Orientales, mais que celui dont nous usons communément en France nous vient d'Angleterre. Ce pays-là est si anciennement connu pour produire l'Étain, que les Grecs ont donné son nom aux Îles Cassitérides.

L'Étain d'Angleterre n'est point pur. Il y a même de sévères Réglements qui défendent d'en faire sortir de pur hors du Royaume, cependant quelques Curieux ne laissent pas de trouver moyen d'en avoir quelques morceaux, & M. Geoffroy est de ce nombre.

Tous les Étains que l'on peut avoir de différents lieux sont *alliés*, ou de Plomb, ou de Cuivre, ou de Zinc, ou de Bisminuth, ou de plusieurs de ces matières minérales à la fois. On a eu dans ces alliages différentes vûes, tantôt de rendre l'Étain plus propre à un certain usage, tantôt à un autre, & peut-être aussi les alliages ont-ils dû être variés selon la nature de l'Étain qu'on avoit eu de la Mine.

Nos Potiers d'Étain ont des Épreuves pour reconnoître les alliages de l'Étain commun qu'ils employent, & il leur est ordonné de n'en employer que d'une certaine qualité; mais ces Épreuves suffisantes pour le dessein des Loix, & pour l'intérêt ordinaire du Public, ne suffiroient pas pour

Hist. 1738.

G

satisfaire toute la curiosité d'un Chimiste, ni même pour aller aussi loin qu'une plus grande utilité du Public pourroit le demander. Ainsi M. Geoffroy a entrepris d'examiner par rapport aux alliages toutes les différentes sortes d'Étain qu'il pourroit recouvrer.

Heureusement il avoit entre les mains cette petite quantité d'Étain d'Angleterre défendu, qu'il appelle *vierge*, & comme il est certainement plus pur que tous les autres, c'est à celui-là qu'il les compare tous. Quoique plus pur, il a encore de l'alliage, soit artificiel, ce qui viendra de la manière dont il a été purifié, soit naturel, c'est-à-dire que différents principes, & quelques-uns peut-être qui ne sont pas essentiels, seront entrés dans sa première formation.

M. Geoffroy commença donc ses recherches par cet Étain vierge. Il en prit 2 Onces qu'il fit passer par 12 calcinations successives, chacune d'un feu & d'un temps égal. On voit allés que le dessein étoit d'ouvrir tellement ce Mixte de tous les sens, que rien de ce qui y étoit entré ne pût s'y cacher, & que par des perquisitions si redoublées tout fût forcé à se découvrir. Il étoit important d'observer à la quatrième perquisition ou calcination un principe paroissoit, & s'il se faisoit reconnoître à des marques plus ou moins fortes.

A la première calcination de l'Étain vierge, il se forme sur la surface du métal en fusion une petite pellicule de parties calcinées qui se disposent en écailles blanches, & un peu rougeâtres. On voit qu'en plusieurs endroits cette pellicule se soulève, se gonfle, s'ouvre, & qu'il en sort tantôt une petite flamme blancheâtre qui jette une fumée de la même couleur, tantôt une végétation métallique qui n'est pas forte. A la seconde calcination les boursofflements augmentent, & les végétations devenues plus considérables s'élèvent en forme de Chouffleurs; la Chaux blanche commence à être tachetée de noir. Ce noir augmente dans les calcinations qui suivent, les boursofflements diminuent, les végétations cessent, & enfin à la douzième calcination, tous les phénomènes des précédentes ont presque entièrement disparu, le peu de chaux

qui reste, est mêlé de quelques grains de métal très-menus, & qui paroissent beaucoup plus durs que l'Étain.

De cet exposé, quoique fort abrégé, & assés superficiel, on peut ou conclurre ou conjecturer qu'il y avoit dans cet Étain vierge beaucoup de Soufre, & un Soufre aisément inflammable, & aisément séparable du Mixte, que les fumées ou vapeurs blanches venoient de parties métalliques essentielles à l'Étain, que les taches noires indiquoient du Plomb mêlé en petite quantité, qui ne se manifestoit que plus tard. M. Geoffroy soupçonne que ces petits grains durs qui ont paru tout à la fin, pouvoient être de l'Argent, mais il n'en a pas eu une assés grande quantité pour s'en assurer par la Coupelle. Il soupçonne aussi par l'odeur que jetoient quelquefois les vapeurs, & par des réflexions plus recherchées, qu'il pouvoit y avoir dans son Étain quelque mélange d'Arsenic, qui alors n'eût pas apparemment été artificiel.

Cela suffit pour faire comprendre comment M. Geoffroy, ayant une fois sa pièce de comparaison bien établie, & bien connue, s'en est servi pour examiner d'autres Étains ; ceux, par exemple, qui au même nombre de calcinations que l'Étain vierge jetoient moins de vapeurs blanches, avoient moins de parties métalliques propres ; ceux dont la Chaux étoit tachetée non pas de noir, mais de verd, avoient du Cuivre, & non pas du Plomb ; ceux qui diminuoient davantage de poids par la calcination, avoient du Bismuth, qui est une matière très-volatile, &c.

M. Geoffroy auroit bien voulu pouvoir séparer l'Étain de tout alliage, même naturel, & l'avoir dans toute sa pureté, mais il avoué qu'il n'a encore pu y réussir, au moins d'une manière qui fût assés aisée & assés praticable. On ne doit pas en ce Siècle-ci se presser de desespérer de rien.

*SUR DU SEL DE GLAUBER
TROUVE DANS LE VITRIOL.*

V. les M.
p. 288.

* p. 23.

NOUS avons fait en 1729*, un petit dénombrement des différentes matières où un seul Chimiste de l'Académie, M. Boulluc, avoit trouvé du Sel de Glauber, que l'on n'auroit pas trop soupçonné d'y être. Cette surprise, si ç'en est encore une, doit augmenter par la découverte de M. Hellot, qui a démêlé aussi de ce Sel dans le Vitriol d'Angleterre. Il avouë que ce n'a été que par hazard, mais ce hazard n'a été le fruit que d'une opération très-longue & très-pénible, dont le détail effrayeroit tout autre qu'un Chimiste bien déterminé à une recherche.

* p. 65.
& suiv.

Tout le monde sçait que le Sel de Glauber est formé par un Acide Vitriolique transporté sur la Base du Sel Marin. Nous avons assez amplement parlé de cette Base en 1736*, le Sel de Glauber ne se formera ni d'un autre Acide que le Vitriolique uni à la Base du Sel Marin, ni d'une autre Base que celle du Sel Marin unie à l'Acide Vitriolique. D'un autre côté, on sçait que le Vitriol verd, tel que celui d'Angleterre, est formé de l'Acide Vitriolique uni à une Base terreuse & ferrugineuse.

Il est possible qu'il se trouve dans le Vitriol dès la première formation un Sel de Glauber, de grands Chimistes tiennent que le Sel Marin est l'origine de tous les autres Sels, il y aura donc par-tout les deux principes qui le composent, son Acide, & la Base, mais quelquefois défunis, & quand il se formera un Vitriol, il pourra arriver qu'un Acide Vitriolique rencontre une Base de Sel Marin, nuë, pour ainsi dire, & dépourvûë d'Acide, & s'y unisse. Ce Sel de Glauber sera dans le Vitriol en aussi petite quantité, aussi caché, & aussi enveloppé qu'on voudra. Il n'est pas même nécessaire qu'il y ait à la rigueur du Sel Marin dans tous les Sels, il suffit qu'ils soient tous fort mêlés, comme ils le sont certainement.

Mais il est beaucoup plus apparent que le Sel de Glauber se soit formé dans le Vitriol par l'extrême violence du feu, par l'opération de M. Hellot, pourvu qu'il y ait eu dans le Vitriol un peu de Sel Marin caché. Le feu avoit chassé tous les Acides à tel point que d'un *Caput mortuum* de 18 livres de Vitriol, il ne restoit que 2 Onces $\frac{1}{2}$ de Sel, dont même près d'un sixième n'étoit qu'une Terre. L'Acide Vitriolique est le moins volatil de tous, celui qui s'élève le plus difficilement. Par conséquent après que les Acides de ce Sel Marin s'étoient envolés, & avoient laissé leurs Bases à nud, il pouvoit rester encore des Acides Vitrioliques propres à s'en saisir.

M. Hellot trouve très-vraisemblable qu'il y ait effectivement du Sel Marin dans le Vitriol, mais il sera impossible de l'y découvrir par la voye de la distillation, on vient d'en dire la raison d'avance, l'Acide de ce Sel s'envolera avant le Vitriolique, il sera donc décomposé, & on ne pourra plus le voir sous sa forme naturelle. Il ne restera de lui que sa Base dont l'Acide Vitriolique se fera emparé. Un Sel de Glauber représentera le Sel Marin qui n'existera plus.

Nous renvoyons entièrement aux Mémoires
 L'Ecrit de M. Geoffroy sur la Manière de préparer V. les M.
 les Extraits de certaines Plantes. P. 193.





BOTANIQUE.

*SUR L'AUGMENTATION DE LA FORCE
DES BOIS DE SERVICE.*

V. les M.
p. 169.

LA Phisique ne demande pas mieux que d'interrompre ses hautes spéculations pour se rendre utile aux besoins de la Société, mais elle ne peut guère être d'une utilité considérable, à moins que ceux qui sont dans les grandes places ne la déterminent à suivre certains objets dont ils connoîtront l'importance, & ne la favorisent dans ses travaux. Heureusement M. le Comte de Maurepas a dans son Département la Marine & l'Académie des Sciences, il a voulu profiter de l'Académie pour la Marine, & a chargé M^{rs} du Hamel & de Buffon, d'examiner s'il y auroit quelque moyen de rendre plus solides les Bois qu'on employe à la construction des Vaisseaux, & M. de Buffon a travaillé en même temps au même sujet.

Ils ont fait séparément les expériences nécessaires, & elles leur ont donné toutes ce même Résultat; des Arbres, dont on veut employer le Bois à des ouvrages solides, ayant été au temps de la Sève, dépouillés de leur écorce dans toute leur Tige, & laissés sur pied en cet état jusqu'à ce qu'ils meurent, ce qui ne va qu'à trois ou quatre ans au plus, fournissent un bois plus pesant, plus ferré, & plus uniformément ferré, que ne seroient d'autres Arbres de même espece, de même âge, de même grosseur, semblables en tout, mais qui n'auroient pas été dépouillés de leur écorce, & traités de même. Outre cela ils fournissent plus de bois bon à employer, car des autres Arbres, il en faut retrancher l'Aubier, qui est trop tendre, & trop différent du Cœur ou bois parfait, au lieu que dans ceux-ci tout est Cœur, leur Aubier

ou ce qui en tient la place, est aussi dur, & même plus dur que le Cœur des autres.

Il paroît d'abord assez surprenant que pour amener le bois à cette perfection, il ait fallu mettre l'Arbre dans un état qui hâtoit beaucoup & infailliblement sa mort, mais quand on vient à y réfléchir, la raison Physique se découvre. Un Arbre croît par des Sucs qui, montés de la Racine, s'insinuent non-seulement dans toutes ses parties pour le nourrir, mais principalement entre son écorce, & le bois déjà fait, où ils forment de nouvelles couches qui ne se durcissent & ne deviennent bois qu'avec le temps. Dans un Arbre entièrement écorcé, ces couches nouvelles ne peuvent plus se former, & d'autant moins que le bois, qui est alors nud, se resserre par l'attouchement immédiat de l'Air. Mais en même temps les Sucs n'en montent pas moins de la Racine dans toute la Tige dépouillée, & ils ne peuvent plus que s'arrêter & se figer dans tous les interstices vuides, & cet effet est d'autant plus grand qu'ils montent en plus grande abondance, comme ils font au temps de la Sève. C'est dans ce temps qu'il faut écorcer, parce que les Canaux des Sucs étant alors plus ouverts, on est plus sûr qu'ils en recevront dans la suite tout ce qu'ils en pourront recevoir; à la longue ces Canaux gorgés de Sucs se ferment les uns après les autres, & l'on voit que l'Arbre pousse toujours moins de feuilles, les pousse plus tard, & les perd plutôt, jusqu'à ce qu'enfin il meure quand tous ses Canaux, ou la plus grande partie, sont fermés, mais c'est par cette raison-là même qu'il laisse un bois plus compacte, plus solide, & d'une solidité plus uniforme. On sçait assez combien cette uniformité est requise dans les bois de Service, & que s'ils ont un endroit foible, c'est toujours par-là qu'ils sont attaqués, & qu'ils le sont beaucoup plutôt que s'ils avoient fait par-tout une résistance égale.

La différence de poids, & par conséquent de solidité entre deux morceaux de Chêne qui ne diffèrent qu'en ce que l'un vient d'un Arbre écorcé, & l'autre d'un Arbre non écorcé, peut être comme de 4 à 5, ce qui n'est pas peu considérable.

Malgré cet avantage de l'écorcement des Arbres, les Ordonnances le défendent sévèrement dans le Royaume, & nos deux Académiciens ont eu besoin de permissions particulières pour oser faire leurs expériences. Mais les Ordonnances n'ont pas eu tort de ne point compter sur un avantage que l'on ne connoissoit point, & qu'on ne devoit pas deviner. Il est bien vrai que Vitruve avoit dit que les Arbres entaillés par le pied en acquéroient plus de force pour bien servir dans les Bâtimens, ce qui est bien éloigné de l'écorcement total, & enfin n'étoit qu'un mot ancien parfaitement oublié. Il est vrai encore qu'un Auteur moderne & Anglois, cité par M. de Buffon, avoit rapporté cette pratique comme usitée dans une Province d'Angleterre, mais cela n'étoit guère plus connu, & nos Ordonnances faites dans des temps peu Philosophes, se sont déterminées sur des inconvénients qui frapportoient les yeux. Le Tan nécessaire pour les Cuirs, se fait avec de l'écorce de Chêne, & on l'enlevoit dans le temps de la Sève, parce qu'alors effectivement elle étoit plus aisée à enlever, & que l'opération coûtoit moins, mais ces Arbres écorcés ayant été abbattus, leurs Souches repoussent moins, parce que les Racines s'étoient trop épuisées de Sucs dans la Sève. On croyoit aussi que les Souches ne repoussent plus du Colet, comme il le faut pour faire de nouveau bois, ce qui n'est vrai que des vieux Arbres, ainsi que M. de Buffon s'en est assuré. Maintenant que l'on est plus Philosophe & plus éclairé, il sera aisé dans ces sortes de matières, d'apporter, quand on le jugera à propos, des modifications aux anciennes Ordonnances, & de les rendre plus utiles au Public, & parfaitement dignes de notre Siècle.

Pour mettre d'abord toute cette matière sous un seul coup d'œil, nous avons donné & le Résultat général de toutes les Expériences, & son explication Physique ; mais cette explication est composée de plusieurs parties, dont chacune n'a été constatée, du moins jusqu'à un certain point, que par beaucoup d'expériences particulières, & c'est ce qu'il est bon de voir plus en détail, ne fût-ce qu'à cause de quelques connoissances

connoissances incidentes qui en peuvent naître.

Un Arbre entièrement écorcé produit encore au moins pendant une année des Feuilles, des Bourgeons, des Fleurs & des Fruits, & par conséquent il est monté des Racines dans tout son bois, & dans celui qui étoit le mieux formé, une quantité de Sève suffisante pour ces nouvelles productions. La seule Sève, qui a été propre à nourrir le bois, a fait aussi tout le reste, & il n'est pas vrai, comme quelques-uns le croient, que la Sève de l'écorce, celle de l'aubier, & celle du bois, nourrissent chacune une certaine partie à l'exclusion des autres.

Pour comparer la transpiration des Arbres écorcés & non écorcés, M. du Hamel fit passer dans de gros Tuyaux de Verre, des Tiges de jeunes Arbres toutes semblables entre elles à cela près, il les mâtiqua bien haut & bas, & il observa que pendant le cours d'une journée d'Été, tous les Tuyaux se remplissoient d'une espece de vapeurs, de brouillards, qui se condensoient le soir en liqueur, & couloient en bas, c'étoit là sans doute la matière de la transpiration; elle étoit sensiblement plus abondante dans les Arbres écorcés. De plus, on voyoit sortir des pores de leur bois une Sève épaisse, & comme gommeuse.

De-là M. du Hamel conclut que l'écorce empêche l'excès de la transpiration, & la réduit à n'être que telle qu'il faut qu'elle soit pour la végétation de la Plante; que puisqu'il s'échappe beaucoup plus de Sucs des Arbres écorcés, leurs Couches extérieures doivent se dessécher plus aisément & plus promptement; que ce desséchement doit gagner peu à peu les Couches plus intérieures, & d'autant plus que celles-ci sont resserrées par les extérieures qui ne s'étendent plus, & au contraire se resserrent; que cette cause se joint apparemment à celle du défaut des Sucs qui auroient passé entre l'écorce & le bois pour former de nouvelles Couches, & que toutes deux arrêtent l'accroissement de l'Arbre, ce qui l'oblige, comme il a été dit, à ne croître plus qu'en solidité

Hist. 1738.

H

& en force; enfin que cette Sève, qui ne se voit que sur les Arbres écorcés, est une substance qui se perd alors utilement, puisqu'elle n'a plus de nouvelles Couches à former, & que si toute la Sève à la fois s'employoit à rendre le bois plus dur, tous les Canaux se boucheroient trop vite, & trop peu uniformément.

Si le dessèchement d'un Arbre écorcé contribué à le faire mourir au bout de quelques années aussi-bien qu'à l'empêcher de continuer à croître, on pourra retarder sa mort en prévenant le dessèchement par quelque artifice, comme par un enduit de quelque Cire, par quelque Enveloppe, &c. Et en ce cas on pourroit espérer que l'Arbre qui vivroit plus longtemps sans croître, se fortifieroit davantage. M. du Hamel a eu cette pensée, dont l'expérience jugera, ainsi que de toutes les autres, quoique déjà plus appuyées par l'observation. Il ne faut pas se hâter de croire qu'on ait tout vû dans un sujet.

V. les M.
p. 227.

Nous renvoyons entièrement aux Mémoires
L'Ecrit de M. de la Condamine sur l'Arbre
du Quinquina.





ARITHMÉTIQUE.

Cette année M. Roussain a présenté à l'Académie une manière de faire les Multiplications & Divisions Arithmétiques par de petits Bâtons à l'imitation d'une Méthode du Baron Neper. On a trouvé que M. Roussain rendoit cette Méthode plus commode & plus simple, en affermissant ces Bâtons dans un Cadre, & distinguant certaines Bandes de Chiffres par des couleurs, ce qui prévient les erreurs que pourroit produire le dérangement des Bâtons, & a paru fort bien imaginé.





G E O M E T R I E.

* p. 52.

* p. 95.

Cette année M. de Cury, dont nous avons déjà parlé en 1728 * & en 1730 *, a fait voir à l'Académie une Théorie assez étendue des figures isopérimètres rectilignes.

Tout le monde sçait qu'aucune figure fermée, soit rectiligne, soit curviligne, soit mixtiligne, ne contiendra jamais une aussi grande aire qu'un Cercle qui lui seroit isopérimètre. On en a donné la démonstration *à priori* dans les *Eléments de la Géométrie de l'Infini*. Un périmètre étant posé, l'aire qu'il contiendra sera d'autant plus grande 1^o que le nombre de ses côtés sera plus grand, & qu'ils seront 2^o plus égaux entre eux, & 3^o d'une position plus égale. Ces trois principes se trouvent dans le Cercle à leur dernière perfection.

Si l'on conçoit qu'une ligne qui sera le périmètre constant d'une infinité de figures indéterminées, ait été d'abord la circonférence d'un Cercle, elle aura donc renfermé la plus grande aire possible, & elle n'en renfermera plus que de moindres, si elle devient ensuite le périmètre de telles autres figures qu'on voudra. On peut concevoir ces aires décroissant par degrés depuis celle du Cercle. Ces aires non circulaires ne laisseroient pas de pouvoir être égales à des aires circulaires qu'il seroit facile de concevoir, & même de déterminer, & l'on auroit une Suite de Cercles décroissants qui représenteroient les aires des différentes figures isopérimètres. Il est clair que les rayons de ces différents Cercles auroient toujours entre eux un rapport réglé sur celui des aires.

Pour mettre quelque régularité, & une régularité géométrique & calculable dans les figures isopérimètres rectilignes en nombre infiniment infini que l'on peut faire avec une ligne constante donnée, M. de Cury veut que toutes les figures

qu'il considérera soient formées de deux parties. La 1^{re} est composée de côtés en nombre quelconque, & d'une grandeur quelconque, mais tous égaux entre eux, & ayant aussi la même position. Il est évident qu'ils font une Suite de Cordes d'un même Cercle, où ils peuvent être inscrits. La 2^{de} partie de la figure, & celle qui la ferme, n'est composée que de deux côtés égaux, posés sur les deux extrémités de cette espece d'arc qui forme la 1^{re} partie, & se rencontrants sous un angle quelconque. Ils seront d'une grandeur quelconque, excepté de celle des côtés de la 1^{re} partie, car alors la figure seroit un Polygone régulier, inscrit tout entier dans un Cercle, & qui auroit certainement la plus grande aire qu'un Polygone semblable & isopérimetre pût avoir.

La figure indéterminée & toujours isopérimetre de M. de Cury, ou son Polygone irrégulier quelconque, étant bien conçu, il est aisé de voir par les principes établis ici, d'où lui pourra venir la plus grande aire possible. Il faut profiter de tout ce que les suppositions laissent de libre. Les côtés de la 1^{re} partie du Polygone sont supposés égaux entre eux & d'une égale position, on ne peut plus qu'en rendre le nombre le plus grand qu'il se pourra. Dans la 2^{de} partie il faut rendre les deux côtés égaux les moins inégaux qu'il se pourra à ceux de la 1^{re} partie, & en même temps rendre aussi les angles qu'ils font avec ceux de la 1^{re} partie, & celui qu'ils font entre eux les moins inégaux à ceux de cette 1^{re} partie. Par tout cela ensemble le Polygone irrégulier approchera toujours autant que l'on voudra du régulier, & par conséquent de la plus grande aire qu'il puisse avoir avec le périmetre qu'il a.

De tous les Polygones irréguliers de M. de Cury, il est visible que celui qui a le moins de côtés est un Quadrilatere, car ces Polygones ne peuvent avoir moins de deux côtés dans leur 1^{re} partie, ni plus de deux dans la 2^{de}. C'est cette première espece qui a la moindre aire possible entre tous les Polygones isopérimetres; de-là les aires vont toujours croissant avec le nombre des côtés.

A ces aires croissantes répondent, comme nous venons de le dire, des aires circulaires égales, & ces aires-là ne sont pas fictives ou étrangères au sujet, puisque réellement tous ces Polygones irréguliers ont leur 1^{re} partie inscrite ou au moins inscriptible dans un Cercle. Ces différents Cercles circonscrits sont plus ou moins grands selon les aires, & y ont un rapport, mais qui variera selon les différents Polygones.

On peut donc imaginer des Courbes telles que leurs Coordonnées auroient entre elles les rapports des rayons des Cercles circonscrits aux aires correspondantes chacune dans son Polygone, bien entendu que ces rayons qui sont des grandeurs d'une seule dimension, & qui comme tels ne pourroient être comparés à des aires qui en ont nécessairement deux, seront multipliés par une ligne constante qui sera le Parametre des Courbes. M. de Cury fait une Equation générale, où il comprend tout ce qui peut faire varier les aires des Polygones irréguliers. Ce sont les mêmes choses que nous avons expliquées, mais dont quelques-unes ont dû prendre une forme ou une expression plus géométrique.

Le tout se réduit à cinq grandeurs, le rayon du Cercle circonscrit, le nombre des côtés de la 1^{re} partie du Polygone, leur grandeur dans ce Cercle, la portion du Cercle qu'occupe la 1^{re} partie du Polygone, la grandeur des côtés de la 2^{de} partie par rapport à ceux de la 1^{re}. Ces grandeurs, qu'il faut laisser indéterminées dans une Equation générale, la rendent assez compliquée par la nécessité des expressions qu'elles demandent. A mesure qu'on en détermine quelqu'une, on voit naître différentes Courbes, dont M. de Cury a donné plusieurs exemples bien choisis, & des Calculs qui ont mérité les louanges de l'Académie sur le sçavoir & la grande application de l'Auteur à toutes les matières de Géométrie.

On pourroit ne pas entendre assez sur quoi portent ces derniers termes, si nous n'avertissions que l'Académie avoit déjà vû dans cette même année un autre Mémoire de M. de Cury, dont nous n'avons pu rendre compte, parce qu'il

étoit trop purement Algébrique, & rouloit sur une matière abstraite. M. l'Abbé de Bragelongne avoit avancé en 1730 * * V. les M. P. 434. un Théoreme sans démonstration sur le nombre de Points doubles dont les Courbes sont susceptibles selon l'ordre dont elles sont. Ce Théoreme nouveau & curieux, & dont il paroît que la vérité doit être assés enveloppée, fut, au jugement de l'Académie, parfaitement démontré par M. de Cury.

M de Méan, dont nous avons déjà parlé * ailleurs, a fait voir à l'Académie une Quadrature du Cercle, à laquelle il ne s'est pas trompé, comme la plupart de ceux qui entreprennent ce Probleme sans trop sçavoir de quoi il s'agit. * V. l'Hist. de 1731. p. 92. & celle de 1737. p. 107. Il a bien sçu qu'il ne donnoit qu'une approximation. On en a d'excellentes en nombres, la sienne est d'un autre genre, elle est à l'œil. Après avoir partagé un demi-Cercle en 6 figures égales, dont 4 sont des Segments, & 2 des Triangles mixtilignes, il change 2 de ses Segments en 2 Triangles mixtilignes d'une autre forme que les premiers, mais d'une superficie égale; ensuite il déplace ces figures, & les arrange de manière qu'il en forme un Rectangle, à cela près que 2 de ses Segments se croisent tant soit peu, pendant qu'ils laissent d'ailleurs un petit vuide, qui paroît à l'œil faire une compensation. L'Académie a trouvé cette approximation ingénieuse.

UN Soldat des Invalides a présenté à l'Académie un Mémoire très-confus & très-mal digéré, & dont le stile n'est pas d'un Géometre, où il cherche s'il est possible que le rapport connu de 3 à 1, qui est entre un Cube & une Piramide de même base & de même hauteur, se retrouve entre la superficie quarrée de cette base, & quelque portion de cette superficie qui sera déterminée par une Courbe. C'est-là ce qu'on entend qu'il veut dire. Tous les Géometres

ſçavent que ce rapport eſt trouvé il y a long-temps par le moyen de la Parabole, mais le Soldat ne connoitſoit point la Parabole, & ce n'a été qu'avec une peine infinie & à force de tête qu'il a pu découvrir qu'une Ordonnée de Courbe égale au côté du Cube donné, réſoudroit la queſtion qu'il ſe propoſoit. L'ignorance de l'Auteur fait ſon éloge. C'eſt par de pareils Ignorants que toutes les Sciences ont dû commencer, & ils pourroient bien être auſſi admirables que leurs plus illuſtres Succéſſeurs.

V. les M. **N**ous renvoyons entièrément aux Mémoires
 P. 97. L'Ecrit de M. Nicole ſur le Cas irréductible du
 3^{me} degré.

V. les M. Celui du même ſur les Équations du 3^{me} degré.
 P. 244.





ASTRONOMIE.

 SUR L'EXCENTRICITE' DE LA TERRE
 ET DES PLANETES INFERIEURES.

ON sçait assés que le Soleil, autour duquel tournent toutes les Planetes, n'est cependant le centre exact du mouvement d'aucune d'entre elles. Les Astronomes conçoivent qu'il n'est qu'un foyer commun à différentes Ellipses qu'elles décrivent autour de lui, & que par conséquent elles en sont toujours plus ou moins éloignées dans les différents points de leurs Orbites, ou qu'elles lui sont excentriques, & même plus ou moins excentriques les unes que les autres. Le point qui dans chaque Ellipse est le plus éloigné du Soleil, qu'on nomme l'*Aphélie*, & le point qui en est le plus proche, ou le *Périhélie*, s'appellent d'un nom commun les *Apsides*, & la droite qui les joint est la *ligne des Apsides*. Le centre du Soleil est sur cette ligne, & il est clair qu'il ne la doit pas couper en deux moitiés égales. C'est leur inégalité plus ou moins grande pour chaque Planete ou leur rapport, qui fait la grandeur de son excentricité.

V. les M.
p. 185.

Elle se conclut donc de la figure Elliptique que l'on donne en général aux Orbites des Planetes, & quelque vraisemblable que soit cette supposition, quelque autorisée qu'elle soit par le consentement assés unanime des Astronomes, ce n'est enfin qu'une supposition ; & comme les excentricités des Planetes, & sur-tout celle de la Terre, qu'on nomme communément l'*excentricité du Soleil*, sont des Eléments très-importants dans une infinité de Calculs, il vaudroit mieux les avoir par des observations immédiates. Les Philosophes même se fient plus à leurs yeux qu'à leur raison, il est vrai qu'ils savent bien voir. M. de Fouchy donne ici d'abord

Hist. 1738.

. I

une Méthode pour déterminer immédiatement & sans aucune supposition l'excentricité de la Terre, qui est celle dont nous avons le plus souvent besoin.

La ligne des Apfides de la Terre, qui est un diametre de l'Orbe annuel, étant conçûe divisée inégalement, comme elle l'est, par le centre du Soleil, il est clair que si je puis avoir par observation un espace dans le Ciel, un arc du mouvement d'une Planete, divisé inégalement & en même raison que la ligne des Apfides de la Terre, j'aurai par le rapport connu des deux parties de cet arc, celui des deux parties de la ligne des Apfides de la Terre, c'est-à-dire, l'excentricité de la Terre au Soleil. Quand la Terre est dans son Aphélie au 1^{er} Juillet ou environ, je prends exactement le lieu de Jupiter dans le Ciel; six mois après, la Terre étant dans son Périhélie, je prends encore le lieu de Jupiter, voilà dans le Ciel un arc parcouru par Jupiter, dont les deux extrémités répondent à celles de la ligne des Apfides de la Terre; reste à diviser l'arc comme la ligne des Apfides est divisée par le Soleil. Or j'aurai sûrement sur l'arc le point correspondant à cette division, si j'y puis avoir un point où Jupiter soit vû de la Terre précisément comme il le seroit du Soleil. Ce point ne peut être que celui où sera Jupiter dans son opposition au Soleil. Donc si entre mes deux observations extrêmes, j'en ai une de Jupiter opposé au Soleil, j'aurai l'arc total de Jupiter divisé selon la même raison que la ligne des Apfides de la Terre. On voit bien par-là quels choix de temps sont nécessaires pour cette détermination.

Ce n'est pourtant pas là à la lettre la Méthode de M. de Fouchy, elle est plus géométrique, mais elle ne roule que sur les mêmes principes. Toutes les mêmes choses étant posées, il forme par les trois observations des Triangles où les deux moitiés inégales de la ligne des Apfides entrent comme côtés ou bases, & la Trigonométrie en donne le rapport par le moyen d'angles connus, & d'un côté connu qui est la distance de Jupiter au Soleil.

La Méthode de M. de Fouchy, & l'idée simple que nous

en avons donnée, supposent toutes deux que dans le temps des six mois pendant lesquels dure en quelque sorte l'observation totale, le mouvement de Jupiter soit égal & uniforme, car s'il étoit croissant ou décroissant, la correspondance de l'arc décrit par Jupiter, & de la ligne des Apfides de la Terre seroit troublée, ou, ce qui revient au même, les mêmes angles observés dans des temps égaux, ne donneroient pas les mêmes grandeurs. Or il est bien sûr que le mouvement réel des Planetes n'est pas uniforme. Mais ici il ne s'agit que du mouvement de Jupiter pendant six mois. Il fait la révolution en 12 ans, & par conséquent 1 Signe en 1 an, & 15 degrés en 6 mois, & on peut sans erreur sensible prendre son mouvement pour uniforme pendant cette 24^{me} partie de sa durée. De plus ce mouvement de 15 degrés est coupé en deux parties par la ligne où Jupiter est en opposition avec le Soleil, & s'il y a de l'erreur, elle se distribue également des deux côtés, de sorte que la proportion des deux parties de la ligne des Aptides de la Terre n'en est point altérée, & c'est cette proportion que l'on cherche uniquement; enfin c'est toujours dans l'Aphélie & le Périhélie que le mouvement des Planetes est le plus inégal, & s'il y avoit beaucoup d'erreur à craindre, on en seroit quitte pour ne pas faire l'opération présente dans des temps où Jupiter, qu'il faut nécessairement avoir en opposition avec le Soleil, y seroit vers son Aphélie ou son Périhélie. Mais M. de Fouchy trouve que même en ce cas-là on ne se tromperoit que de 13" tout au plus en supposant le mouvement de Jupiter égal, ce qui ne produiroit ici aucun effet sensible. Et comment en produiroit-elle un? on prouve par le Calcul qu'une erreur de 3', infiniment supérieure, n'en produiroit qu'à peine.

Il y auroit encore dans la Théorie de M. de Fouchy une autre source d'erreur à craindre. Il faut que la position de la ligne des Apfides de la Terre y soit bien déterminée, ou, ce qui est le même, les points des deux Apfides, tout dépend de-là, & c'est sur quoi les Astronomes ne sont pas d'accord, à un ou peut-être deux degrés près. Mais il sera aisé de voir

que cette incertitude est trop légère pour être dangereuse. On peut supposer sans crainte que l'Aphélie de la Terre est au 8^{me} du Cancer & le Périhélie à l'opposite.

Quand la Terre est ou précisément ou seulement à peu-près entre son Aphélie & son Périhélie, dans le lieu d'où elle voit Jupiter en opposition, il est certain qu'elle en est plus proche de tout le demi-diametre ou à peu-près de son Orbe annuel, que quand elle étoit dans son Aphélie ou son Périhélie sur une extrémité d'un diametre de cet Orbe, qui est de 66 millions de Lieux. Donc les apparences, qui dépendent des distances de Jupiter à la Terre, doivent varier. La Latitude de Jupiter, c'est-à-dire, l'éloignement où il paroît être du plan de l'Ecliptique, ou de l'Orbe annuel de la Terre, variera donc, & il est clair que ce doit être selon la raison des distances de Jupiter à la Terre. Par conséquent si la latitude de Jupiter a été observée, & lorsque la Terre étoit dans son Aphélie ou son Périhélie, & lorsqu'elle étoit sur la ligne où Jupiter est en opposition, ces deux différentes latitudes donnent la proportion des deux différentes distances de Jupiter à la Terre correspondantes, & enfin en retranchant de la plus grande de ces distances la plus petite, on a la grandeur du rayon de l'Orbe annuel sur lequel étoit la Terre lorsqu'elle a vû Jupiter en opposition. Autant qu'on fera d'opérations semblables, autant on aura de rayons de l'Orbe annuel de la Terre, ce qui serviroit à en déterminer exactement la figure. C'est-là un fruit surnuméraire de la Théorie de M. de Fouchy pour l'excentricité de la Terre.

Cette Théorie, appliquée ensuite aux deux Planetes inférieures, est fort simple. Venus étant dans son Aphélie, on observe exactement son lieu dans le Ciel, & l'on conçoit une ligne tirée de la Terre à ce lieu où est Venus; on en conçoit une autre tirée de la Terre au Soleil, dont le lieu est toujours bien connu; voilà les deux côtés d'un Triangle qui se forme, dont la base fera la plus grande moitié de la ligne des Apfides de Venus. Dans ce Triangle on a deux angles, le 1^{er}, celui sous lequel la Terre voit la distance de Venus au Soleil, le 2^d,

celui sous lequel on verroit du Soleil la distance de Venus à la Terre ; il ne faut donc plus, pour résoudre tout le Triangle, qu'en connoître un côté, & l'on connoît pour le moins celui qui est la distance de la Terre au Soleil. On fait la même opération quand Venus est à son Périhélie, & l'on a de même la petite moitié de la ligne des Apfides, & par conséquent le rapport de ces deux moitiés inégales, ou l'excentricité de Venus. L'intervalle entre les deux opérations sera de plus de 3 mois $\frac{1}{2}$.

Vers le milieu de cet intervalle Venus doit avoir été nécessairement en conjonction, soit supérieure, soit inférieure, avec le Soleil, puisqu'aux deux extrémités de l'intervalle elle a été la plus éloignée qu'il fût possible d'être en conjonction. Si cette conjonction, qui peut se faire dans tous les points de l'Orbite de Venus, puisqu'elle dépend de la combinaison de son mouvement avec celui de la Terre, s'est faite lorsque Venus étoit dans sa moyenne distance au Soleil, il est certain que dans le temps des deux opérations elle aura été non-seulement sur sa ligne des Apfides, mais encore dans les deux points de cette ligne, l'un le plus éloigné du Soleil, l'autre le plus proche où elle puisse être dans aucune de ses révolutions, & que par conséquent son excentricité y sera mieux marquée. Il sera donc à propos de choisir pour les deux opérations une année où la conjonction de Venus, supérieure ou inférieure, se fasse vers ses moyennes distances au Soleil.

M. de Fouchy prouve par le calcul des erreurs possibles en cette matière, qu'elles ne sont nullement à craindre. La position de la ligne des Apfides de Venus dans le Ciel est beaucoup plus douteuse que celle de la ligne des Apfides de la Terre, mais quand on s'y tromperoit de 6 degrés, ce qui est excessif, on le pourroit encore impunément.

Les opérations seront les mêmes pour Mercure que pour Venus, mais la Méthode s'arrête là, elle ne va point jusqu'aux Planetes supérieures. L'Orbe de la Terre enveloppe ceux de Venus & de Mercure, mais il est enveloppé par tous les autres. Cette différence de position change tout. Si Jupiter,

par exemple, en opposition au Soleil, est dans son Aphélie, il ne pourra être dans son Périhélie qu'en conjonction, & il y sera invisible. Il sera rare qu'il puisse être visible dans l'Aphélie & le Périhélie d'une même révolution, & quand il le sera, il faudra attendre 6 ans d'une opération ou observation à l'autre. Il nous suffit de faire entrevoir combien différent à cet égard les Planètes des deux différents ordres. M. de Fouchy espère cependant découvrir une Méthode qui déterminera aussi sans aucune hypothèse les excentricités des Planètes supérieures.

SUR LE MOUVEMENT DES FIXES.

V. les M.
p. 273.

* p. 93. &
suiv.

ON ne peut mesurer aucun mouvement sans le rapporter à quelque point fixe, & les premiers Astronomes n'ont pas douté qu'ils n'en eussent autant pour la mesure des mouvements célestes, qu'ils voyoient d'Etoiles dans le Firmament. On n'a pas joui fort long-temps de cet avantage, ou de cette commodité. Nous avons rapporté en 1708 * comment & en quel temps on s'étoit desabusé d'une pensée si naturelle & si conforme au témoignage des yeux. Les Etoiles fixes ne sont plus fixes, elles ont sur les Poles de l'Ecliptique un mouvement d'Occident en Orient qui cause ce qu'on appelle la *Précession des Equinoxes*. Tout cela a été expliqué dans l'endroit cité.

Il est vrai que les Etoiles ne se meuvent qu'assés lentement, & que par-là elles peuvent encore servir de points fixes pour des mouvements d'une plus grande vitesse, il faut même absolument qu'elles en servent, puisqu'on n'a pas de points plus fixes dans le Ciel; mais il faut aussi pour les employer à cet usage, que l'on connoisse leur mouvement dans toute la précision possible, sur-tout quand on leur rapportera des mouvements qui seront aussi d'une certaine lenteur.

Comme on croit à présent qu'elles ne font que 1 degré en 70 ou 72 ans, il est bon d'avoir des observations éloignées

entre elles de tout ce temps-là, & heureusement on en avoit de feu M. Cassini faites en 1670 à l'Observatoire, dès que ce grand Bâtiment fut achevé ; elles en furent presque les prémices. Mais comme le temps qui s'est écoulé depuis est encore assez court par rapport au sujet dont il s'agit, on a jugé qu'il falloit que les observations d'aujourd'hui suppléassent par une extrême exactitude au peu d'intervalle qu'il y auroit entre elles & les dernières qui les précédoient.

L'objet des opérations est d'avoir en deux temps assez éloignés la détermination du lieu d'une même Fixe en Longitude, la différence des deux lieux sera le chemin qu'elle aura fait pendant l'intervalle des deux observations. On ne cherche point immédiatement la Longitude ou la Latitude d'une Etoile. On les a beaucoup plus facilement par les Ascensions droites & les Déclinaisons, en supposant l'angle de l'Ecliptique avec l'Equateur connu. On a le lieu de l'Ascension droite d'une Etoile en tel temps que l'on veut, en comparant son passage par un certain Méridien déterminé au passage du Soleil dont on connoît toujours l'Ascension droite, & l'on a la Déclinaison de l'Etoile en comparant dans un même jour la hauteur Méridienne à celle du Soleil. Tout cela ne demande que des opérations simples & communes, mais qui devenoient difficiles par la rigoureuse précision dont on avoit besoin.

Feu M. Cassini en 1670 avoit choisi Arcturus pour en comparer le passage par le Méridien de l'Observatoire avec celui du Soleil. Les deux passages se font presque toujours à des hauteurs différentes, ce qui oblige à déplacer la Lunette pour l'un des deux, & peut y causer quelque irrégularité dont on ne s'appercevra pas. M. Cassini prévint cet inconvénient, quoique léger, en choisissant un temps où le Soleil fut dans le même Parallele qu'Arcturus, le mois de Mai, & c'est d'ailleurs un temps favorable aux observations. Le Soleil & Arcturus devoient donc passer par le fil vertical de la même Lunette immobile, & si le centre du Soleil ne passoit pas précisément par le même point de ce fil qu'Arcturus, cela

ne pouvoit causer aucune erreur dans la différence entre ces passages, parce qu'on avoit eu soin de mettre ce fil parfaitement vertical.

La différence de temps entre le passage du Soleil & celui d'Arcturus par le Méridien est une certaine partie, $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$, &c. de la révolution entière ou du Soleil ou d'Arcturus, & pour avoir exactement la valeur de cette partie, il faut connoître celle de la révolution entière de l'un ou de l'autre de ces Astres, & l'opération n'est finie que quand l'un ou l'autre a été vu de retour au Méridien. On sçait assés que ces deux révolutions ne sont pas égales, que celle du Soleil est la plus longue, & il y faudra avoir égard; mais une attention plus délicate, c'est que ces deux révolutions commençant & finissant en des temps fort différents, car Arcturus ne passera au Méridien qu'à 10 heures du soir, par exemple, il est possible que pendant l'une de ces révolutions la Pendule ait eu quelque irrégularité qu'elle n'auroit pas eüe pendant l'autre, & peut-être aura-t-on préféré par hazard la révolution malheureuse, parce qu'on croyoit le choix indifférent, ainsi qu'il le devoit paroître en effet. Ce choix ne se pouvant faire par raison, le seul moyen d'éviter une erreur qui se cacheroit toujours, est de faire plusieurs opérations consécutives, où l'on se réglera tantôt sur l'une des révolutions, tantôt sur l'autre, & l'on prendra le milieu des résultats. Aussi-bien en pareille matière ne se contenteroit-on pas d'une seule opération.

Telles furent en 1670 les principales précautions, & les plus particulières au sujet, que feu M. Cassini employa à la détermination exacte de l'Ascension droite d'Arcturus. M. Cassini les a toutes répétées 68 ans après au mois de Mai, & a trouvé enfin le point de l'Ascension droite d'Arcturus avancé vers l'Orient de 57 Minutes. Un intervalle de 68 ans n'a pas suffi pour donner le degré entier, & on n'a pas eu la patience de l'attendre.

M. Cassini avoit pris aussi la déclinaison d'Arcturus, & de ces deux positions de l'Etoile par rapport à l'Equateur, on tire les deux correspondantes qu'elle a par rapport à l'Ecliptique,

l'Ecliptique, sa Longitude & sa Latitude, pourvû que l'on connoisse l'angle de l'interfection de l'Ecliptique & de l'Equateur. On n'en auroit pas douté il y a quelque temps, mais à présent les Astronomes commencent à soupçonner assés généralement qu'il va en diminuant. Ce ne peut être que de fort peu, comme de 1 Minute en 100 ans*, & cela ne peut guère tirer à conséquence pour le mouvement des Fixes en Longitude, si ce n'est après bien des Siècles. Pour la Latitude des Fixes, elle en seroit essentiellement altérée, puisque l'Ecliptique s'approcheroit ou s'éloigneroit toujours d'une Fixe quelconque, quoique fort lentement encore. Mais enfin cela se vérifieroit par des observations ou extrêmement éloignées les unes des autres, ou d'une précision & d'une finesse qui pourroient tenir lieu d'une grande distance de Siècles.

* V. l'Hist.
de 1734.
p. 77. &c.

M. Cassini a voulu commencer à éprouver ce dernier moyen, & découvrir, s'il étoit possible, quelque variation de Longitude ou de Latitude dans les Fixes. Il ne l'a pu qu'en observant avec l'exactitude la plus scrupuleuse des positions d'Etoiles déjà déterminées par les Astronomes les plus anciens & les plus sûrs, tels que Ptolemée & Tycho, & en comparant à leurs déterminations celles qu'il trouvoit, ou qui avoient été trouvées par les plus habiles Modernes, comme M. Flamsteed. Le résultat d'un long & pénible travail est qu'effectivement il a trouvé des variations dont il ne paroît pas que l'on puisse douter.

Par le mouvement qui fait la précession des Equinoxes, les Fixes ne peuvent avoir de variation en Latitude, elles n'en peuvent avoir qu'en Longitude, & c'est-à-dire seulement que leur Longitude croît toujours, mais également & uniformément dans toutes, de sorte qu'elles gardent toujours la même disposition entre elles, la même configuration.

Par le mouvement qui rapprocheroit sans cesse l'Ecliptique de l'Equateur, les Fixes changeroient toujours & de Latitude, & de Longitude, mais toutes encore également & uniformément, & leur configuration entre elles ne changeroit point. Mais les variations trouvées par M. Cassini ne

Hist. 1738.

K

peuvent appartenir ni à l'un ni à l'autre de ces mouvements, & ce qui décide en un mot, c'est que si quelque Etoile a des variations, une autre n'en a pas, ou les a en sens contraire de ce qu'il faudroit. Les configurations qui devoient être immuables changent. Il y a une Etoile dans l'Aigle, qui, si toutes choses continuent leur cours, aura à son Occident après un grand nombre de Siècles, une autre Etoile qu'elle a présentement à son Orient.

* p. 76.
& suiv.

Nous avons parlé en 1737*, de l'Aberration apparente des Fixes, découverte dûe au célèbre M. Bradley. Par-là il est bien vrai que les Fixes ont des variations tant en Longitude qu'en Latitude, & quoique ce ne soit là qu'une simple apparence, elle suffiroit si elle répondoit à tout. Mais elle dépend, comme on l'a vû, de certains principes, elle est assujettie à des circonstances qui ne quadrent point avec les variations observées par M. Cassini. Toutes les Fixes, par exemple, ont les variations causées par l'Aberration de M. Bradley, elles les ont inégales selon leur position par rapport à l'Ecliptique, même selon leur position par rapport au Soleil & à la Terre, &c. Rien de tout cela ne se retrouve ici.

Il faut donc que les variations dont il s'agit, ne tiennent ni aux mouvements réels de la Précession des Équinoxes, & de la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique, ni à l'apparence qui fait l'Aberration des Fixes; il faut que ces mêmes variations puissent n'appartenir pas à toutes les Fixes, du moins dans le même temps, & pour tout cela il faut que ce soient des mouvements réels & particuliers, qui rendront les Fixes encore moins Fixes que l'on ne croyoit.

Le Systeme des Tourbillons, car on est souvent obligé d'en revenir là, nous offre de lui-même tout ce qu'on peut désirer sur cette matière. Toutes les Fixes sont autant de Soleils, centres, comme notre Soleil, chacun de son Tourbillon, mais centres seulement à peu-près, & qui peuvent se mouvoir autour d'un autre point central général. Le Soleil pourroit lui-même se mouvoir de cette façon, mais s'il est à cet égard parfaitement immobile, il est plus que vraisem-

blable que la Loi de la variété infinie qui regne dans la Nature, ne permettra pas qu'ils soient tous de cette exacte immobilité. Il y en aura même qui s'en écarteront jusqu'au point que leurs écarts nous deviendront sensibles, si nous les suivons avec un grand soin. D'ailleurs la compression perpétuelle, l'action réciproque des Tourbillons les uns contre les autres peut très-naturellement dans quelques Tourbillons d'une constitution particulière, jeter hors de leurs places des Soleils, qui y reviendront, si l'on veut, après bien des Siècles. Il ne faut point craindre d'imaginer trop hardiment dans l'immensité de la matière, dans la variété infinie de ses mouvements, & dans l'éternité des Ages ; tout ce que nous avons à craindre au contraire, c'est que les bornes infiniment étroites où nous sommes renfermés, ne resserrent toujours trop nos idées.

SUR L'OBSERVATION DU SOLSTICE D'ÉTÉ de 1738.

CET Article se rapporte assés au précédent. Il s'agit V. les M. d'une Méthode trouvée par M. Manfredi Académicien P.⁴⁰⁴. Associé, pour déterminer les Solstices par les Étoiles fixes, & mise en usage cette année par M. Cassini au Solstice d'Été.

Un mois ou environ avant le Solstice dont le temps est connu à peu-près, on prend exactement la différence d'Ascension droite entre le Soleil & une Fixe, ici ç'a été Arcturus. Deux mois après, le Solstice étant arrivé vers le milieu de cet intervalle, on prend encore la différence d'Ascension droite entre le Soleil & Arcturus, lorsque le Soleil se retrouve au même Parallele où il étoit dans le temps de la première observation, & il faut qu'il s'y retrouve précisément. Ainsi il sera presque nécessaire que la Lunette soit immobile, comme il a été dit ci-dessus*. Le Soleil qui depuis la première observation s'est élevé d'une certaine quantité jusqu'au point du Solstice, & de-là est descendu de la même quantité

* p. 71.

jusqu'au point où il a été vû dans la seconde observation, a donc nécessairement coupé cet intervalle en deux moitiés égales lorsqu'il a passé par le point du Solstice, & cela, quoique son mouvement n'eût pas été égal de part & d'autre, ou, ce qui est le même, il a passé par le point du Solstice lorsque cet intervalle a été coupé en deux moitiés égales. Or cet intervalle, c'est la somme des deux différences d'Ascension droite observées entre le Soleil & Arcturus. Donc en coupant cette somme par la moitié, on a une différence d'Ascension droite qui est précisément celle que doivent avoir entre eux le Soleil & Arcturus au moment du Solstice. Il ne faut donc plus qu'avoir observé cette différence vers ce temps-là; si elle ne s'est pas trouvée précisément telle qu'on l'a déterminée, un peu de calcul très-aisé en déterminera bien vite le moment.

Nous avons supposé tacitement que tout le mouvement en Ascension droite qui se fait pendant les deux mois de l'opération totale appartient au Soleil seul, & qu'Arcturus est immobile. Qu'est-ce en effet qu'un mouvement de 7 ou 8 Secondes au plus qu'Arcturus aura eu par rapport à celui du Soleil qui aura été de 60 Degrés? Si l'on veut avoir égard au mouvement d'Arcturus, il est certain qu'il en résulte une difficulté. Arcturus se meut en même temps & du même sens que le Soleil, & par-là sa différence d'Ascension droite avec le Soleil diminuë, le Soleil en est donc plus long-temps à acquérir cette différence d'Ascension moyenne, & pour ainsi dire, *Solstitiale*, que l'on a déterminée en ne comptant pas sur le mouvement d'Arcturus, & par conséquent ne parviendra pas à avoir cette différence dans le moment déterminé qui devoit être celui du Solstice, mais seulement un peu après.

Cette difficulté contient elle-même sa réponse; car si le Soleil a passé le point du Solstice, il en arrivera plutôt en même raison au point où il est vû dans la dernière observation, & par conséquent il faut toujours couper en deux moitiés égales la somme des différences des Ascensions trouvées par les deux observations extrêmes.

SUR LA PARALLAXE DU SOLEIL.

IL n'étoit pas possible que M. Godin étant au Pérou, ne V. les M.
songeât à profiter du grand éloignement où il étoit, p. 347.
pour travailler à la détermination de la Parallaxe du Soleil.
Des Observations correspondantes sur ce sujet ne peuvent
jamais se faire en des lieux trop éloignés, puisque toute
Parallaxe est la distance des points où l'on rapporte un même
objet vu de différents lieux, & que cette distance devient d'au-
tant plus grande & plus sensible que les lieux sont plus diffé-
rents. Cela est si vrai, que par des observations d'un Astre,
du Soleil, par exemple, faites en deux lieux les plus éloignés
qu'il se puisse, aux deux Poles de la Terre, on lui trouveroit
une Parallaxe double de l'horizontale, que l'on pose cepen-
dant pour la plus grande de toutes. Il n'y a point là de
contradiction. La Parallaxe horizontale du Soleil est la même
chose que l'angle sous lequel seroit vu du Soleil le demi-
diamètre de la Terre, son diamètre seroit certainement vu
deux fois plus grand ; donc il peut y avoir une Parallaxe
du Soleil double de l'horizontale. Ce qui fait que l'on n'a
que l'horizontale, c'est que l'on ne peut voir le Soleil dans
deux lieux du Ciel plus éloignés entre eux que le Méridien
& l'Horison, distants de 90 degrés, & que d'ailleurs on n'a
point encore fait d'observations de la Parallaxe de deux lieux
de la Terre plus éloignés que de 90 degrés, on n'a pas
même été si loin. Ainsi on a toujours été renfermé pour
cette Parallaxe dans une étendue à laquelle ne répondoit pas
seulement un demi-diamètre de la Terre entier vu du Soleil,
on en a conclu le reste par le calcul, & c'est-là la Parallaxe
horizontale. Mais si on observoit de deux lieux éloignés entre
eux de 180 degrés, comme les deux Poles, alors ce seroit
un diamètre de la Terre qui répondroit à cette distance, &
la Parallaxe doubleroit. C'est-là absolument la plus grande
possible.

Si un Observateur placé dans le Soleil avoit mesuré le demi-diametre de la Terre seulement, & qu'à cause de son extrême petitesse apparente, il s'y fût trompé de quelque chose, il est certain qu'il se tromperoit moins, ou même plus du tout, en mesurant le diametre entier. On ne peut donc avoir des observations d'endroits trop loignes, & M. Godin a pris tous les soins qu'il a pu pour s'en procurer qui répondissent à celles qu'il devoit faire au Pérou en 1738.

* V. TILL.
de l'Acad.
p. 27. col.

Il vouloit employer une Méthode directe. Celle de feu M. Cassini ne l'étoit pas, quoique très-ingénieuse, & en même temps très-commode, parce qu'elle ne demande qu'un seul Observateur, & peut être assez répétée*. Ce grand Astronome prenoit par observation la Parallaxe de Mars, d'où il conduoit celle du Soleil, par le moyen du rapport que la Regle de Képler établit entre les distances de Mars, de la Terre & du Soleil. M. Godin a cru pouvoir s'épargner ce circuit. Voici le fondement de sa Méthode.

Un bord du Soleil a passé à Midi par l'ouverture d'une Lunette placée dans le Méridien d'un Lieu, & y a décrit un filet du Micrometre. La nuit suivante une Etoile passe par l'ouverture de la même Lunette restée immobile, & y passe à quelque distance du filet qui avoit été décrit par le bord du Soleil. La même chose s'est faite sous le même Méridien le même jour dans un lieu fort éloigné, on y a observé après le passage du bord du Soleil par le Micrometre celui de la même Etoile. Si dans l'un & l'autre Micrometre elle ne passe pas à la même distance du filet décrit par le Soleil, & certainement elle n'y passera pas si les deux Lieux sont suffisamment éloignés, cette différence de distance viendra de la Parallaxe du Soleil, & donnera l'angle sous lequel seroit vû du Soleil l'arc du Méridien intercepté entre les deux Lieux, & par conséquent aussi un arc de 90 ou de 180 degrés.

Si les deux observations correspondantes ne sont pas faites sous le même Méridien, car ce seroit une condition trop assujettissante, & qui rendroit la Méthode presque impra-

licable, il y aura une réduction à faire, très-aisée, usitée en une infinité d'occasions, & qui est sans inconvénient.

Le même jour ne sera pas plus nécessaire pour les observations correspondantes que le même Méridien, pourvu que l'on fasse aussi les réductions requises, & qui seront faciles. Il faudroit que dans les deux observations l'Étoile fût dans le même Parallele ou Cercle de Déclinaison, & il est sur qu'elle n'y sera pas, si les temps des observations sont éloignés, car les Fixes varient toujours en déclinaison. Mais on sait exactement de combien, & c'est toujours de si peu, que M. Godin trouve que la Claire de la Tête d'Ariès, qui est d'ailleurs une Étoile qu'il juge une des plus propres à cette recherche, ne variera en déclinaison que de $1' 12''$ en quatre années, sans qu'il y ait une seule seconde d'erreur dans cette détermination. Les autres variations qui peuvent avoir lieu ici, mais qui y auront encore moins d'effet, seront celle des diamètres apparents du Soleil qui tient aux différents temps de l'année, mais fort éloignés entre eux, & celle de l'obliquité de l'Ecliptique, qui est d'une prodigieuse lenteur*.

* V. l'III.

La Méthode réussira d'autant mieux que les deux Lieux seront plus éloignés, & M. Godin croit que les Astronomes ne l'ont négligée jusqu'à présent que parce qu'ils étoient trop voisins les uns des autres. Il viendra donc un temps où elle sera bien utile, & réussira bien parfaitement, il y aura des Astronomes aux deux Poles.

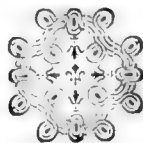
de 1734.
p. 77. & f.

Comme on voit des Étoiles de jour avec le Telescope, on pourra observer le passage d'une Étoile par le Micrometre peu de temps après celui du Soleil, ce qui sera d'une plus grande commodité, & on aura de plus celle de n'être pas obligé à éclairer les fils du Micrometre.

Nous supprimons d'autres détails curieux & instructifs, mais qui ne sont guère que pour les Astronomes que M. Godin invite à faire essai de sa nouvelle Méthode, ou à travailler en correspondance avec lui.

* p. 120. **C**ETTE année M. des Parfieux, dont nous avons déjà parlé en 1736 *, fit voir à l'Académie un Traité de Trigonométrie rectiligne & sphérique. Il y démontre les propriétés des Triangles Sphériques, en les considérant comme bases d'autant de Secteurs ou Pyramides triangulaires, qui ont leurs sommets au centre de la Sphere. On a trouvé que cette Méthode, qui n'est pas nouvelle, avoit été poussée par l'Auteur plus loin qu'elle n'avoit encore été, & que quoiqu'elle l'ait engagé à charger quelques-unes de ses démonstrations d'un assez grand détail, elle lui a fourni le moyen d'en éclaircir & d'en simplifier un plus grand nombre d'autres. En général l'Ouvrage a paru méthodique & utile.

- V. les M. **N**OUS renvoyons entièrement aux Mémoires
 p. 209. Les Recherches de M. le Monnier le fils sur la hauteur du Pole de Paris.
 p. 303. Son Observation des Eclipses d'Aldebaran par la Lune.
 p. 331. L'Ecrit de M. Cassini sur les Variations de la situation & du mouvement de diverses Fixes.
 p. 361. Les Observations du Solstice d'Eté de 1738 par M. le Monnier le fils.
 p. 379-383. Les Observations de l'Eclipsé du Soleil du 15 Août, par
 & 385. M^{rs} Cassini, de Fouchy, le Monnier le fils.



CHRONOLOGIE.

LE Pere François Meliton de Perpignan , Gardien des Capucins de Ceret en Roussillon, a fait voir à l'Académie un Écrit qu'il a fait à l'occasion d'un Livre intitulé le *Bouclier Grégorien Astronomique*. On a trouvé que les remarques, qu'il faisoit sur ce Livre, étoient très-judicieuses. En même temps il a donné les principes de la Correction Grégorienne; le moyen de trouver la véritable Époque aux années centénaires depuis la Création du Monde jusqu'à 10000 ans après la naissance de J. C. & par conséquent la Pâque & les Fêtes Mobiles à perpétuité, le tout par une Méthode certaine & assez facile.





O P T I Q U E.

*SUR LA REFLEXION, LA REFRACTION,
ET LA DIFFRACTION DE LA LUMIERE.*

V. les M.
p. 1.

LE *Spectre* de M. Newton est fort fameux dans l'Optique, & si on veut l'exalter, on peut dire qu'il a fait une Optique nouvelle.

On fait passer par un très-petit trou, percé au volet d'une fenêtre de la Chambre obscure, un Rayon du Soleil, auquel on expose un Prisme qu'il traverse en s'y rompant deux fois, l'une lorsqu'il y entre, l'autre lorsqu'il en sort, après quoi il va se jeter sur un papier ou carton blanc, posé à une certaine distance qui le termine. Si le Rayon avoit été immédiatement du trou du volet au carton, & sans se rompre en chemin, il est certain que tous les Rayons partis de tous les points du Soleil s'étant croisés au trou du volet, iroient de-là en divergeant toujours former sur le carton un espace circulaire rempli d'une lumière blanche & uniforme, d'autant plus grand que le carton seroit plus éloigné du trou, puisqu'il recevrait la base d'un Cone lumineux dont le sommet seroit au trou. Ce seroit-là une vraie image du Soleil.

Mais il n'en va pas ainsi quand le Prisme est entre le trou & le carton. L'image du Soleil n'est plus ni ronde ni blanche, ni uniformément lumineuse. C'est une Bande oblongue, dont la longueur est cinq fois plus grande que la largeur, divisée transversalement, & perpendiculairement à sa longueur en sept petites bandes parallèles entre elles, dont chacune a sa couleur différente des autres, & bien marquée. Ces couleurs sont rangées selon cet ordre, Rouge, Orangé, Jaune, Verd, Bleu, Indigo, Violet. Il n'y a point de Blanc. C'est cette image du Soleil si défigurée, quoique régulière à sa façon,

que M. Newton a appelée *Speétre*, d'un mot Latin moins doux & moins familier aux oreilles Françoises que n'auroit été celui d'*Image*.

Il saute aux yeux que le Speétre ne peut être produit que par les Réfractions que le Rayon reçu par le trou avoit souffertes dans le Prisme, mais M. Newton a plus finement apperçû que ce Rayon, quelque étroit, quelque *linéaire* qu'il pût jamais être, ce qui ne dépend que de la petitesse du trou, devoit toujours être un faisceau de Rayons qui souffroient des Réfractions inégales, puisqu'il n'y avoit que cette inégalité qui pût les séparer, causer aux uns un plus grand écart, un moindre aux autres, & par-là rendre oblong le Speétre, qui naturellement eût été rond. Quant à sa largeur, elle ne vient que de l'angle sous lequel se croisent en passant par le trou les Rayons tirés des deux extrémités d'un même diamètre du Soleil, & cet angle est d'autant plus petit que le trou l'est davantage. Le Speétre n'est pas seulement oblong, il est coloré & différemment coloré en ses différentes parties. Donc, a dit M. Newton, aux différentes Réfractions appartiennent différentes couleurs, & il a trouvé de plus par expérience qu'un des Rayons du faisceau total, qui avoit pris une certaine couleur, ne la perdoit plus pour avoir été rompu de nouveau, & la conservoit sans altération. Ce qui lui donne sa couleur, ou plutôt la fait paroître, c'est d'avoir été séparé des autres, car tous ensemble ne font que la Lumière ou le Blanc, & ce qui sépare un Rayon des autres, c'est qu'il est plus ou moins *réfrangible* qu'eux, c'est-à-dire, que tombant sur un Milieu réfringent sous le même angle d'incidence que les autres, il s'y rompt sous un angle différent. On entend bien par-là que chaque Rayon coloré a son angle de Réfraction différent de celui de tous les autres différemment colorés.

On voit très-sûrement quelles sont les couleurs attachées, & invariablement attachées aux Réfrangibilités différentes. Le petit faisceau de Rayons qui a passé par le Prisme, ayant été reçu sur le carton, la figure du Speétre n'a pu être formée oblongue que par des Rayons particuliers séparés les

uns des autres, qui d'un bout à l'autre de la figure, ont eu une Réfraction toujours croissante, ou toujours décroissante selon le bout par où l'on a commencé de compter. Le Rouge appartient à la moindre Réfraction, & l'autre extrême, qui est le Violet, à la plus grande. Non-seulement les différentes Bandes colorées du Spectre conservent toujours le même ordre entre elles, mais elles conservent jusqu'à une certaine inégalité de grandeur, toujours bien marquée. Tout cela est d'une régularité qui ne se dément jamais.

* p. 109.

ex. 1.

* p. 127.
& suiv.

Mais pourquoi la Réfraction produit-elle des Couleurs, tandis que la Réflexion n'en produit point? Nous avons établi en 1722* & 1723*, d'après M. de Mairan, que la Réfraction n'est qu'une espèce de Réflexion, pourquoi une différence entre elles si marquée? c'est ce que M. de Mairan a entrepris d'éclaircir. Il commence à se glisser dans la Philosophie même un usage de se contenter de mots au lieu d'explications réelles, l'exemple de l'Attraction si bien reçue chés d'illustres Sçavants est contagieux par l'extrême commodité qu'il donne de satisfaire à tout à peu de frais, & quand on aura renoncé encore davantage aux idées claires & distinctes, ce sera bien alors que Descartes sera véritablement foulé aux pieds. Mais M. de Mairan ne prétend pas se servir des facilités que lui pourroit fournir le dérèglement d'aujourd'hui, & il ne traite la Question présente, qu'en s'affujettissant aux plus sévères loix de la Méchanique, ou du Cartésianisme.

Il faut se rappeler tout ce qu'il a dit sur la Réflexion & sur la Réfraction aux endroits cités ci-dessus, & nous supposerons ici toute cette Théorie. Puisqu'une Sphere à ressort parfait se réfléchit toujours de dessus un plan inébranlable sous un angle égal à celui de son incidence, il est impossible que plusieurs Globules de Lumière, qu'on doit imaginer à ressort parfait, étant tombés parallèlement les uns aux autres sur un plan qu'ils ne peuvent aucunement pénétrer, n'en réfléchissent aussi parallèlement, & par conséquent sans se séparer en aucune façon. La vitesse horizontale & la verticale,

qui composent toute incidence oblique, se retrouvent les mêmes après la Réflexion qu'elles étoient auparavant. Mais si ces mêmes Globules, toujours tombés parallèlement sur le plan, peuvent le pénétrer, il y a alors Réfraction, & ce n'est plus la même chose. Le plan est mû par leur vitesse ou force verticale, & par conséquent cette force est diminuée après le choc, tandis que l'horizontale demeure entière. Leur mouvement après le choc est donc composé de deux forces qui ont entre elles un autre rapport que celui qu'elles avoient auparavant, & comme c'est-là ce qui détermine l'angle de Réfraction, il ne peut jamais être égal à celui d'Incidence. Cet angle ainsi conçu est celui d'un très-petit faisceau de Rayons, il est unique, & l'Image du Soleil qui en résulteroit, seroit ronde, comme celle qui viendroit d'une Réflexion. Mais s'il est possible que les différentes files de Globules qui composent le petit faisceau de Rayons soient différemment altérées par la rencontre du plan réfringent, que le rapport de leur force verticale à l'horizontale, qui doit toujours y changer, y change différemment, alors il n'y aura plus un même angle de Réfraction pour toutes les files, toutes celles qui pourront avoir leur angle particulier de Réfraction, l'auront, elles se sépareront par conséquent, & il en viendra une Image du Soleil oblongue. Voyons si ce qui est nécessaire pour cet effet est possible.

Afin que le rapport de la force horizontale à la verticale change différemment par la Réfraction en différentes files, ou, ce qui reviendra au même, en différents Globules qui tombent obliquement sur un plan & parallèlement entre eux, il faut que leurs forces verticales soient différemment altérées par le choc du plan réfringent, car on sçait que la force horizontale ou parallèle au plan demeurera toujours la même. On sçait aussi que la même résistance du plan affoiblira plus une petite force verticale qu'une plus grande. Donc ce sera-là le principe des différents angles de Réfraction des Globules, pourvû qu'ils ayent par eux-mêmes des forces inégales. Or il seroit très-surprenant, & inouï en Physique qu'ils n'eussent

tous que des forces égales, tous la même masse avec la même vitesse, ou toujours des masses & des vitesses en telle proportion qu'elles fissent des produits égaux. Rien ne les oblige à être en équilibre entre eux, ils n'agissent point les uns contre les autres.

En supposant donc cette inégalité de forces, il est évident que la seule différence d'un Plan inébranlable pour les Rayons ou Globules dans un cas, mobile & pénétrable pour eux dans l'autre, fait que la Réflexion ne les démele & ne les sépare point, & qu'au contraire la Réfraction produit cet effet, s'ils ont des forces inégales. Il n'y a que la Réfraction qui puisse s'apercevoir, pour ainsi dire, de cette inégalité, absolument insensible ou plutôt nulle pour la Réflexion.

Il n'y a rien qui sépare mieux des Corps, que leur inégalité de forces. De-là vient ce bel ordre & si constant des Couleurs produites par la Réfraction.

La force verticale des Globules étant la seule que la Réfraction altere, & la Réfraction ne la pouvant altérer qu'en la diminuant, il paroît suivre nécessairement de-là que dans le mouvement composé du Globule après le moment de la Réfraction, la force horizontale est toujours plus grande par rapport à la verticale qu'elle n'étoit auparavant, que ce mouvement composé s'éloigne donc plus qu'il ne faisoit de la direction verticale, ou, ce qui est le même, que le Rayon doit toujours se rompre en s'éloignant de la verticale, ou perpendiculaire au plan réfringent. Or tout le monde sçait qu'il se fait des Réfractions tant en s'approchant de cette perpendiculaire qu'en s'en éloignant.

Il est vrai que la Réfraction, qui est le choc d'un Rayon contre un plan mobile, ne peut jamais par elle-même que diminuer sa force verticale. Mais ce choc est le passage que fait un Rayon d'un Milieu dans un autre, & il ne doit pas arriver la même chose, soit que le Rayon ait moins de facilité à traverser le 2^d Milieu que le 1^{er}, soit qu'il en ait davantage. Il faut que cette différence influë sur le nouveau mouvement, ou plus précisément sur la nouvelle vitesse verticale que

prendra le Rayon dans le nouveau Milieu , & certainement le 2^d cas lui est plus favorable que le 1^{er}. La difficulté est de concevoir une vîtesse augmentée par un Milieu plus aisé. Il y conservera plus long-temps celle qu'il avoit en y entrant, toujours la même , si l'on veut ; mais quel sera le principe d'augmentation ?

M. Descartes avoit imaginé, pour expliquer les Couleurs, que les Globules de la Lumière tournoient chacun sur leur centre, & que ces mouvements de rotation étoient en différentes proportions avec le mouvement direct ou progressif commun à tous. Cette idée, ingénieuse pour le temps où elle fut proposée, mais peu conforme aux expériences que l'on a aujourd'hui, M. de Mairan la transporte à la Question présente, & essaye si elle y pourroit réussir. Il est vrai que le sens selon lequel se fait une rotation, appartient à une direction horizontale, en fait en quelque sorte une partie, & que si un Globule ayant un mouvement direct ou progressif, qui soit horizontal d'Orient en Occident, a en même temps une rotation sur son centre d'Orient en Occident, son mouvement horizontal total en sera plus fort, & que par conséquent si on le compare à un autre, qui avec le même mouvement direct ait une rotation égale & contraire, il aura plus de force horizontale, quoique par une même obliquité d'incidence sur un plan il ne paroisse avoir qu'une égale force. Sa supériorité ne se déclarera que dans la nouvelle composition de mouvement opérée par la Réfraction, alors le Globule qui par sa rotation avoit le plus de force horizontale, s'éloignera plus de la perpendiculaire au plan que l'autre, qui par-là paroîtra avoir plus de force verticale sans en avoir acquis de nouvelle.

Ce sera la même chose, si sans donner aux Globules différentes rotations naturelles sur leurs centres, on conçoit qu'ils n'en prennent qu'à la rencontre du plan & par les inégalités de sa surface, qui leur seront toujours bien sensibles, quelque petites qu'elles puissent être.

Mais un inconvénient décisif contre ces deux hypothèses

à la fois, c'est que la séparation des différents Globules, qui, à la vérité, pourroit se faire par la Réfraction, se feroit aussi par la simple Réflexion, ce qui est contre toutes les expériences. Dès que le faisceau de Globules auroit touché le plan inébranlable ou impénétrable, soit qu'ils y apportassent différentes rotations, soit qu'ils les y prissent, le sens de ces différentes rotations étant augmenté ou fortifié dans les unes par la rencontre du plan, diminué ou affoibli dans les autres, il en résulteroit différents mouvements directs des Globules, qui en causeroient la séparation, & par conséquent des Couleurs.

Il est bien certain que la vitesse verticale des Globules ne peut jamais être augmentée par la rencontre du plan, mais elle peut l'être à l'occasion de cette rencontre, si ce nouveau plan appartient à un Milieu que les Globules traversent avec plus de facilité que celui qu'ils traversoient auparavant. Ce n'est pas même encore que leur vitesse soit réellement augmentée, elle ne peut être que telle qu'elle étoit dans le Milieu plus difficile à pénétrer d'où ils sortent, & s'ils y ont perdu de la force, ils ne la recouvreront jamais, si la première cause qui les a mis en mouvement a cessé de leur être appliquée. Mais si elle l'est toujours, on conçoit sans peine que la vitesse qu'elle leur imprime est inégale selon la différente résistance des Milieux qu'ils ont à traverser; que quand elle est moindre, leur vitesse est plus grande, & au contraire.

Si les Globules de la Lumière étoient lancés du Soleil jusqu'à nous, ce qui s'appelle *émission*, ils seroient après un premier *jet* abandonnés par la force qui les auroit mûs, & ce seroit en ce cas qu'ils ne recouvreroient jamais dans un Milieu des degrés de vitesse perdus dans un autre. Mais il est beaucoup plus probable que la Lumière se fasse sentir à nous par *pression*, c'est-à-dire, qu'il y ait depuis le Soleil jusqu'à nous de longues files continuës de Globules élastiques, dont le premier pressé par l'action du Soleil, transmet cette impression de Globule en Globule jusqu'au dernier qui touche notre œil, ou qui y entre. Dans ce cas la force qui meut les Globules, leur est toujours appliquée.

Cette

Cette explication si facile & si naturelle de l'augmentation de la vitesse verticale de la Lumière dans certains Milieux, semble décider absolument pour le Système de la pression contre celui de l'émission. Mais M. de Mairan, qui veut que la Théorie présente soit indépendante des Systèmes, propose un moyen de la concilier avec l'émission. Nous nous contenterons de ce que nous avons dit, en adoptant l'autre Système qui est le plus satisfaisant. Il a d'ailleurs tant d'avantages sur l'émission, qu'on peut encore lui laisser celui-ci, sauf à ne le pas donner tout-à-fait pour exclusif, si l'on ne veut.

Dans le Système de la pression les différentes forces ou vitesses des Globules viendront de leur différente élasticité, qui est plus que vraisemblable. On y pourra ajouter avec autant de fondement leur différente grosseur, & cela même les rendra encore plus absolument différents, & plus sûrement inaltérables après leur séparation, comme ils doivent l'être selon les expériences. Ceux en qui le produit de la masse par la vitesse est le plus grand, sont les plus forts, & par conséquent ils perdent moins de leur vitesse verticale en tombant obliquement sur un plan qui leur cède, & ils se détournent moins de leur ligne d'incidence, ou sont moins réfrangibles.

Quand un faisceau composé de ces différents Globules, tombe sur le plan réfringent, il ne faut pas s'imaginer que de toutes les différentes forces de ces Globules il s'en forme une moyenne avec laquelle le faisceau total vienne attaquer le plan, & ouvrir, pour ainsi dire, cette porte. Elle n'est pas toute d'une pièce, mais chaque partie en est ouverte ou enfoncée par le Globule qui lui est échu.

La force absolue de chaque Globule est celle qu'il a par sa masse & par sa vitesse naturelle, la force relative au corps sur lequel il tombe, & qu'il doit ébranler, est ce qu'il y a de vertical ou de perpendiculaire dans la direction de son incidence. Comme la force absolue n'est pas la même dans tous les Globules, & que la force relative est la même pour tous ceux d'un même faisceau dans une même incidence, & que les forces absolues inégales toujours nécessairement diminuées par la rencontre du plan, le sont donc également dans

une même incidence, il s'ensuit qu'il peut y avoir telle incidence où les forces absolues de quelques Globules ne seront plus assez grandes pour leur faire pénétrer les parties du plan qu'ils auront rencontrées, tandis que les forces absolues de quelques autres Globules seront encore capables de cet effet. Les Rayons les moins réfrangibles étant les plus forts, puisque ce sont ceux qui souffrent la moindre Réfraction, ou se laissent le moins détourner de leur premier chemin, il est certain que ce seront ceux-là qui pénétreront le nouveau Milieu, tandis que les autres ne le pénétreront pas. Or on sait par expérience que ce sont les Rouges qui sont les moins réfrangibles de tous, ensuite les Jaunes, &c. On trouvera donc une incidence d'une telle obliquité, qu'il n'y aura que les Rayons rouges du faisceau qui entrent dans le nouveau Milieu, & que tous les autres qui n'y pourront entrer, se réfléchiront sur sa surface.

Ces Rayons réfléchis étant reçus sur un Carton, y formeront une image du Soleil ronde, & moins colorée, puisqu'elle ne sera composée que de Globules non séparés. Elle ne sera pas tout-à-fait si blanche, ou de la même teinte que si le Rouge n'y avoit pas manqué. Des Yeux exercés s'en appercevront.

Si l'obliquité de l'incidence avoit été un peu moindre, le Jaune auroit passé dans le Milieu aussi-bien que le Rouge. Il est aisé de suivre cette idée & ses conséquences aussi loin qu'on voudra. Tous les Rayons colorés passeront ainsi les uns après les autres, & enfin le Violet même.

Ce n'est pas à dire cependant que dans les cas où nous disons que tout passe dans le nouveau Milieu, il ne se réfléchisse rien sur sa surface. Cela veut dire seulement que dans les incidences peu obliques & favorables à la Réfraction, il n'y a de Rayons d'aucune espèce ou couleur qui ne passent dans le Milieu, & en assez grande quantité pour se faire sentir, mais ceux d'une couleur quelle qu'elle soit, & dans quelque cas que ce soit, n'y passeront jamais tous, il y en aura toujours qui se réfléchiront sur les parties solides de la surface réfringente, & s'y réfléchiront même irrégulièrement; car quelle surface peut jamais être assez exactement polie par rapport à des corps aussi fins & aussi déliés que les Globules

de la Lumière? Il seroit plutôt possible qu'ils se réfléchissent tous, qu'il ne le seroit qu'ils se rompiissent tous.

Les Globules qui ayant une même incidence sur un même Milieu, y souffrent une plus grande Réfraction, peuvent être appellés plus réfrangibles, & alors les Violets seront les plus réfrangibles de tous les Globules. D'un autre côté, ils peuvent être appellés les moins réfrangibles, parce qu'ils ne se rompent point dans des cas où tous les autres se rompent; & comme alors ils sont les seuls qui se réfléchissent, on les pourroit appeller plus *réflexibles*, en même temps que moins réfrangibles. Mais si on fait attention que c'est le même principe, une force moindre par rapport à celle de tous les autres, qui les rend & plus réfrangibles & plus réflexibles, on jugera qu'il vaut mieux s'en tenir à cette dernière dénomination, qui a été préférée par M. Newton, grand Maître en cette matière. Les Globules rouges seront au contraire les moins réfrangibles & les moins réflexibles. Ce n'est pas la peine de parler de tout l'entre-deux.

Il n'y a point de Réfraction sans Réflexion. Le moyen que dans la surface du Milieu le plus pénétrable à la Lumière, il ne se trouvât pas des parties solides qui la renvoyassent? plus l'incidence sera oblique, plus le nombre des Globules réfléchis sera grand par rapport au nombre de ceux qui pénétreront, car non-seulement une certaine obliquité d'incidence seroit cause qu'un faisceau entier de Globules ne feroit que se réfléchir, mais nous avons vû que dans le cas de quelques obliquités moindres, il se trouveroit dans un même faisceau tous les Globules de certaines couleurs qui seroient trop foibles pour pénétrer. C'est sur la surface commune aux deux Milieux que se passe tout ce jeu de Réfractations & de Réflexions qu'elle produit en même temps. Il est aisé de voir que moins le 2^d Milieu est pénétrable à la Lumière, plus il se fait de Réflexions au passage du 1^{er} dans ce 2^d, & par conséquent moins deux Milieux diffèrent en *pénétrabilité*, moins il se perd ou se dissipe de Lumière par les Réflexions sur leur surface commune.

Un corps transparent, comme le Verre, que nous pren-

drions ici pour un seul Milieu, est cependant un composé de différents Milieux. Il a ses parties propres, solides, & transparentes, du moins si on les conçoit d'une certaine ténuité, & dans tous les interstices de ces parties, qui occupent certainement moins d'espace que ces interstices, coule un fluide très-subtil qui les remplit. Il arrive à chaque moment dans l'intérieur du Verre, que des Globules de Lumière passent ou de ce fluide dans les parties propres du Verre, ou de ces parties dans le fluide; & comme ces parties & le fluide doivent avoir des pénétrabilités, ou réfringences différentes, il en résultera, si elles le sont à un certain point, beaucoup de Réflexions différentes dans l'intérieur du Verre, irrégulières entre elles, & en un mot une grande perte ou dissipation de Lumière. Il ne paroît pas que cela arrive, & c'est la marque d'une assez grande homogénéité à cet égard entre les parties propres du Verre, & le fluide qui coule dans ses pores.

Si ce fluide que nous supposons homogène en lui-même, ne l'étoit pas, ce qui est possible, ce seroit encore un principe d'une plus grande dissipation de la Lumière au dedans du Corps, ou, ce qui est le même, d'une moindre transmission au dehors, & d'une moindre transparence. On voit par-là en général ce qui rend les Corps transparents ou opaques.

On peut même aisément les faire changer d'état à cet égard. Du Verre pilé devient opaque; qu'on y verse de l'Eau, il redevient transparent, & encore plus si c'est de l'Huile.

Il est bien certain que toute la différente réfrangibilité des Globules, qui ont composé un Rayon ou petit faisceau de Rayons, s'exerce dans l'espace que le Spectre occupe en longueur. Aux deux extrémités de cette étendue, sont le Rayon particulier le moins rompu, & le plus rompu. Quand on vient à mesurer géométriquement cette longueur du Spectre par les angles de Réfraction qui la déterminent, il se trouve que tout le jeu de la diverse réfrangibilité se passe dans une étendue qui n'est que ce que seroit numériquement l'intervalle de 77° à 78° . C'est dans cet intervalle que sont compris tous les rapports des différentes réfrangibilités ou vitesses des Globules. Il ne s'en faudroit guère que $77\frac{1}{3}$ &

$77\frac{1}{2}$ ne fussent, même en Géométrie, la même grandeur ; cependant ce sont des vitesses dont la différence est sensible à l'Organe de la Vûe, puisqu'elles font voir des couleurs différentes. On ne devineroit peut-être pas que la très-petite différence de $77\frac{1}{3}$ & $77\frac{1}{2}$, représente celle qui est entre le Bleu & le Jaune, mais on a des exemples pareils dans l'Acoustique ; deux Cordes ne seront pas prises pour être à l'Unisson, quoique leurs vibrations ne diffèrent que d'une seule sur un grand nombre. Tout le monde sçait que dans le Chatoüillement un petit degré de plus ou de moins fait toute la différence du plaisir à la douleur, sensations qui ne nous paroissent pas différer de degré, mais d'espece, autant qu'il se peut.

On pourroit avec assez de raison ne compter que cinq couleurs dans le Spectre, le Rouge, le Jaune, le Vert, le Bleu, le Violet ; car l'Orangé n'est visiblement qu'une nuance du Rouge au Jaune, ou plutôt un composé des deux, & il en est de même de l'Indigo placé entre le Bleu & le Violet. M. Newton a voulu sept Couleurs qui figuraissent avec les sept Tons de la Musique, & l'on s'en est tenu à cette grande autorité. Nous avons rapporté en 1737*, quelques autres
 * p. 172.
 & 173.
 doutes sur toute cette matière que l'on s'est un peu pressé de croire suffisamment mise au net. Les Couleurs primitives ne sont pas encore bien décidées, & le Parallele des Tons & des Couleurs en est encore plus imparfait que nous ne le représentions dans l'endroit cité.

Toujours est-il bien sûr que les Bandes transversales formées dans le Spectre par les sept Couleurs, si on est attaché à ce nombre, sont fort inégales en largeur, &, à ce qu'il paroît, bizarrement inégales. Le Violet & le Vert sont les plus grandes, l'Indigo & l'Orangé les plus petites. Quoique les limites précises de ces Bandes soient très-difficiles à reconnoître, il y a dans le reste de leur étendue, sur-tout vers le milieu, des différences bien marquées.

Il faut convenir cependant qu'on ne devineroit pas trop que cela dût être ainsi dans la supposition que les différentes réfrangibilités ou Couleurs viennent des différentes vitesses. Car ces différentes vitesses, comprises, si l'on veut, entre

77 & 78, sont géométriquement en nombre infini, croissant depuis 77 jusqu'à 78 par degrés infiniment petits, & phisiquement ou sensiblement, elles sont du moins en nombre fini prodigieusement grand. Or même en ce dernier cas on ne doit point voir sur le Spectre de grandes places séparées, les unes bien couvertes d'une certaine couleur uniforme, & les autres d'une autre, mais seulement d'un bout à l'autre du Spectre, des nuances très-fines qui se succéderont les unes aux autres presque imperceptiblement, & sans qu'on puisse soupçonner des limites en aucun endroit.

M. de Mairan qui s'est fait à lui-même cette difficulté, en a bien senti la force. Voici ce qu'on y peut répondre avec beaucoup de vraisemblance.

Il n'est nullement nécessaire qu'il y ait entre les vitesses des Globules tous les degrés finis de différence possibles. Cela seroit même peu conforme à la Phisique, qui ne souffre guère de régularité si parfaite. Si l'on conçoit les Globules distribués en especes différentes par les vitesses, il peut n'y avoir qu'un aussi petit nombre de ces especes que l'on voudra, que sept, & encore moins si l'expérience le détermine.

Quand il y auroit entre les Globules plus de différences finies de vitesse que les sept qu'on peut supposer ici, ce ne seroit pas à dire qu'elles fussent toutes sensibles à l'Organe de la Vûë, ou du moins sensibles comme distinctes d'avec toutes les autres. Un certain nombre d'impressions inégales en force, seulement jusqu'à un certain point, ne se feront sentir que comme feroient les plus fortes d'entre elles.

Ce n'est pas proprement de la vitesse des Globules qu'il s'agit ici, c'est de leur force, du composé de leur masse, & de leur vitesse. Ce composé peut être toujours égal, quoique ses deux principes composants varient entre eux à l'infini. Tous les Globules inégaux en force pourront se réduire par-là à un petit nombre d'especes. Il seroit même possible absolument qu'il n'y en eût point d'inégaux en force, malgré l'inégalité de toutes leurs masses & de toutes les vitesses.

On a objecté à M. de Mairan, que dans l'apparition subite d'un objet lumineux, telle que l'Emersion d'un Satellite de

Jupiter hors de l'ombre de cette Planete, on devroit voir d'abord le Satellite sous la seule couleur rouge, puisque c'est celle qui répond aux Rayons de la plus grande vitesse; ensuite on le verroit sous une couleur mêlée de Rouge & d'Orangé, parce que les Rayons Orangés seroient arrivés aussi, &c. Mais on ne voit rien de pareil, le Satellite se montre dès le premier instant sous la couleur du Blanc lumineux formé de l'assemblage de toutes les Couleurs.

Cette objection demande qu'un Objet très-éloigné soit vû dans le même instant qu'il se présente à l'Œil; autrement, s'il a besoin de quelque temps pour se faire voir, ce temps, quelque court qu'il soit, pourra suffire pour laisser aux Rayons colorés, qui diffèrent très-peu en vitesse, le loisir d'être tous arrivés avant que la sensation se fasse. Or il est certain qu'un Satellite n'est pas vû dès qu'il se présente, puisqu'avec une Lunette de 16 pieds, on le voit 30 Secondes plutôt qu'avec une Lunette de 10.

Venons maintenant à la Diffraction, que le P. Grimaldi, Jésuite, qui l'a découverte le premier, a donnée pour une quatrième manière dont se fait la propagation des Rayons. M. Newton a beaucoup enrichi ce sujet après Grimaldi.

On expose au petit trou de la Chambre obscure un Cheveu, un fil horizontal, de sorte qu'un Rayon qui va le frapper, se divise en deux par la rencontre du diametre vertical qui est la grosseur du fil. A quelque distance de-là on reçoit sur un papier blanc l'ombre de la partie du fil frappée par le rayon. On mesure cette ombre, & on la trouve plus grande qu'elle ne devroit être à raison de sa distance au fil. Il est sûr par-là que les Rayons qui ont été Tangents de la circonférence du fil, n'ont pas continué à s'étendre selon cette direction, & l'on conçoit qu'ils se sont, non pas rompus, puisqu'il n'y a point là de nouveau Milieu à traverser, non pas réfléchis, puisque leur direction n'avoit rien de perpendiculaire au fil, mais *inflexis*, & c'est cette inflexion, quelle qu'en soit la cause, qu'on a appelée *diffraction*. Il paroît même que cette diffraction se fait sans que les Rayons touchent le fil ou le Corps *diffringent*, & à quelque

petite distance de ce corps. Une vertu attractive ou répulsive, quelque qualité occulte viendrait-là bien à propos.

Il y a plus. Des deux côtés de l'ombre du fil projectée sur le papier ou carton, on voit des Couleurs pareilles à celles du Prisme. Un Prisme ne produit qu'une certaine suite de Couleurs, un seul *Arc-en-ciel* pour abrégér l'expression, mais à chaque côté de l'ombre du fil on voit trois *Arc-en-ciels* bien distincts, & même différents entre eux en ce que les plus proches de l'ombre ont un plus grand nombre de Couleurs. Nous évitons d'entrer dans un plus grand détail.

Pour ne point donner dans les Causes imaginaires, M. de Mairan suppose une Atmosphere très-subtile autour du fil, moyennant quoi tout rentre dans un Mécanisme connu.

L'ombre trop grande à raison de la distance, n'est plus l'ombre du fil, mais celle de son Atmosphere. C'est ainsi que la Lune, qui le plus souvent ne tomberoit pas dans l'ombre de la Terre, tombe dans celle de l'Atmosphere terrestre, qui s'étend plus loin.

L'Atmosphere du fil rompt nécessairement les Rayons, & ce qu'on appelloit diffraction, n'est plus qu'une simple réfraction. L'angle de la Réfraction causée par ce petit Milieu, fera connoître s'il est plus ou moins favorable à la transmission de la Lumière que l'Air, & le fait est qu'il l'est moins, puisque les Rayons vont en s'écartant du fil.

Les couleurs qui paroissent aux deux côtés de l'Ombre, sont encore une preuve qu'il s'est fait des Réfractions dans une matière qui environnoit le fil. Si l'on soupçonnoit qu'elles pussent s'être faites dans le fil même, qui est toujours fort menu, il n'y auroit qu'à le prendre de Métal, & non pas de Lin ou de Soye, on n'auroit plus la transparence à craindre.

Il ne doit point paroître étonnant que ces fils ayent une Atmosphere, tous les Aimans en ont une presque visible par l'arrangement que de la limaille de Fer prend autour d'eux. Tous les Corps en prennent une dès qu'ils ont été électrisés, & toutes ces Atmospheres sont aussi presque visibles par des effets bien marqués. On en a vû mille exemples dans les Volumes précédents. Il est vrai que ces Atmospheres ne
paroissent

paroissent pas être naturelles aux Corps, puisqu'elles sont produites par l'*électrisation*, mais peut-être l'électrisation n'a-t-elle fait que les manifester en leur donnant une détermination de mouvement plus forte. Ces petites Atmospheres ne nous sont pas encore allés connus, & en général ce qui nous échappe le plus, c'est le jeu des plus petits Corps, qui est cependant en quelque sorte l'ame de tout le reste.

Mais enfin quoique les petites Atmospheres soient bien établies, celles du Fil ou du Cheveu souffriroient encore bien des difficultés. Les réfractions qui s'y feroient faites, auroient certainement produit ces Couleurs qui sont aux deux côtés de l'Ombre ; mais ces trois ordres de Couleurs, ces trois Spectres distincts sont un effet bien plus embarrassant. Le premier, qui est simple, s'explique sans peine par une Atmosphere uniforme en densité, toujours également résistante à la Lumière ; mais le second demande une Atmosphere non uniforme, qui ait par rapport à la Lumière trois degrés de résistance différents, chacun dans une Couche Sphérique distincte. Il en va de même du troisième ordre de Couleurs ou Spectre. Cela est bien composé pour l'Atmosphere d'un Cheveu, mais M. de Mairan répond que l'on n'eût jamais cru que le plus petit Rayon qui puisse passer par un trou qu'a fait une pointe d'Aiguille, fût formé de Rayons de tant de Couleurs différentes. Un des fruits des nouvelles découvertes doit être de nous préparer à en faire encore sans une certaine surprise beaucoup d'autres aussi surprenantes en elles-mêmes.

Mais M. de Mairan prétend bien en venir à quelque chose de plus précis sur cette matière. Il donne déjà d'avance une légère idée d'expériences nouvelles dont il espère tirer des éclaircissements. Par la supposition du simple Mécanisme, & par l'Art moderne des expériences, on est, selon toutes les apparences sur les bonnes voyes de la Physique, mais on ne fait presque encore que commencer à y être.





MECHANIQUE.

SUR L'ACTION D'UNE BALLE
DE MOUSQUET

*Qui peut percer un Corps solide sans le mouvoir
sensiblement.*

V. les M.
P. 147.

UNE Porte qui tourne très-librement sur ses Gonds, sera déterminée à y tourner, & à faire, pour ainsi dire, quelques pas d'un sens ou du sens opposé, pour peu qu'on la pousse du bout du doigt; cette impulsion n'est que d'un moment, & très-légère. Que l'on tire un coup de Mousquet contre cette même Porte, il pourra arriver qu'elle soit percée de part en part, sans tourner aucunement sur ses Gonds, sans prendre à cet égard aucun mouvement, du moins sensible. Pourquoi n'a-t-elle pas tourné sur ses Gonds, & même très-vite? On dira que toute l'action de la Balle de Mousquet a été employée à percer la Porte; mais il est impossible qu'elle y ait été employée toute entière. On concevroit tout au plus que quand la Balle a une fois pénétré dans l'épaisseur de la Porte, elle ne fait plus que la percer sans la pousser, encore cela ne seroit-il pas bien certain, mais du moins la Balle a eu un premier instant où elle n'a fait que toucher la Porte sans y pénétrer, & alors elle n'a dû que la pousser, & avec une force incomparablement plus grande qu'aucune Main n'auroit jamais pû faire. Ma Main n'auroit été appliquée qu'un instant à la Porte, la Balle ne l'aura pas été moins, cet instant est indivisible. Pourquoi donc encore une fois la Porte n'a-t-elle pas tourné? Voilà la question, dont de très-habiles gens ont mieux senti la difficulté qu'ils ne l'ont résoluë.

M. Camus a entrepris de la résoudre par voye de Calcul

Algébrique & Analitique, nous la considérerons par le Physique qui y entre nécessairement. Le Physique fait mieux voir pourquoi & comment une Chose est, & le Calcul jusqu'où elle s'étend, & quelles en peuvent être les variations.

Il nous paroît que toute la Solution de la question présente dépend d'un principe un peu paradoxé, mais établi dans les *Eléments de la Géométrie de l'Infini*, c'est que nulle impulsion, quelque courte, quelque instantanée qu'elle paroisse, ne se fait en un temps infiniment petit; tout effet demande un temps fini. Il en faut donc un pour pousser la Porte avec la main, quelque peu que ce soit. Puisque ce temps est fini, un autre temps peut être plus court, & celui-là ne suffiroit pas pour pousser la Porte. Or le temps pendant lequel une Balle, que sa vitesse rend capable de percer la Porte, fera, si l'on veut, une ligne de chemin, est prodigieusement court, & il peut fort aisément l'être plus que le temps nécessaire pour pousser la Porte de la quantité d'une ligne. Donc la Balle à cause de sa grande vitesse ne poussera point la Porte, & à cause de cette même vitesse la percera.

Dès que la Balle a pénétré le moins du monde dans l'épaisseur de la Porte, elle perd toujours de sa vitesse par l'action de percer, & elle en peut perdre au point qu'elle n'aura plus que celle qui n'étant plus trop grande ne fera que pousser. Mais il faut considérer en quel temps cela arrive.

Si c'est précisément lorsque l'épaisseur de la Porte a été entièrement traversée, la Balle qui a toujours percé jusque-là poussé dans ce dernier moment, & ce sera le même cas que si la Balle mûe d'une certaine vitesse déterminée avoit choqué un Corps en repos d'une certaine masse. L'effet suivra les loix du choc des Corps parfaitement durs, ou sans Ressort.

Si la Balle n'a pas la force de traverser toute l'épaisseur de la Porte, elle poussé en cessant de percer, & poussé d'autant plus qu'il lui reste encore plus de vitesse, ou qu'elle a eu une plus grande vitesse primitive, car quoiqu'arrêtée dans l'action de percer, elle se meut encore, parce qu'elle suit la Porte poussée qui lui cède,

Il est clair que si la Balle traverse toute l'épaisseur, & va au de-là, elle ne pousse point, & est d'autant plus éloignée de le pouvoir qu'elle a eu primitivement une plus grande vitesse. Il faut se souvenir qu'il s'agit toujours de pousser sensiblement.

Tout cela établi, c'est maintenant à l'Analyse Algébrique à opérer, quoiqu'il lui arrive assez souvent d'opérer avant que d'avoir trop établi les idées Phisiques; il sembleroit presque qu'elle voulût ne les devoir qu'à elle-même.

Comme la vitesse de la Balle dans l'épaisseur de la Porte est toujours décroissante à cause de la résistance continuelle des fibres du bois, on ne peut calculer cette vitesse qu'en la réduisant à ses Infinitement petits, inégaux entre eux, mais dont chacun sera une petite vitesse uniforme d'un instant. La perte de vitesse que fera la Balle dans un instant quelconque sera d'autant plus grande que cet instant sera plus long, la résistance des fibres du bois plus grande, & la masse de la Balle plus petite. La vitesse acquise par la Porte dans le même instant sera d'autant plus grande que cet instant sera plus long, la résistance des fibres plus grande; car on a vu que ce n'est qu'en vertu de cette résistance que la Porte peut être poussée, & enfin d'autant plus que la masse de la Porte sera plus petite. Un temps étant toujours d'autant plus grand que l'espace parcouru est grand, & la vitesse petite, chaque instant du mouvement de la Balle en perçant la Porte sera d'autant plus grand que l'espace traversé par la Balle sera plus grand, & sa vitesse plus diminuée par celle que la Porte aura prise. Ce sont-là trois Eléments sur lesquels roule tout le Calcul de M. Camus.

Il n'y a plus qu'à faire telles suppositions qu'on voudra sur la masse & sur la vitesse de la Balle, sur la masse de la Porte, sur la résistance des Fibres du bois, en un mot à donner des corps Phisiques à ces especes d'Estres Métaphisiques, dont on a tous les rapports dans sa main. On verra par l'évaluation précise de toutes les quantités que la Porte est toujours réellement poussée, & l'on distinguera aisément

les cas où elle l'est si peu que les yeux ne s'en apperçoivent pas. On pourra même, en la supposant immobile, ce qui arriveroit si la masse étoit infinie, déterminer de combien la Balle en pénétreroit plus avant dans le bois.

SUR LE CONFLUENT OU JONCTION DES RIVIERES.

QUAND deux Rivières se rencontrent, il faut qu'elles se joignent pour aller désormais ensemble avec une direction commune, qui ne sera ni l'une ni l'autre des deux différentes qu'elles avoient auparavant. L'angle du Confluent, c'est-à-dire, celui sous lequel les deux Rivières se rencontrent, étant posé, il est clair que si elles se rencontrent avec des forces parfaitement égales, la direction commune qu'elles prendront divisera cet angle exactement en deux moitiés égales, mais hors de ce cas-là, qui est unique & extrêmement rare, l'angle ne sera point divisé également, parce que la direction commune formée ou résultante des deux particulières, tiendra plus de celle qui aura appartenu à la Rivière plus forte que de l'autre, & cela d'autant plus que l'inégalité de forces sera plus grande. Donc la direction commune s'approchera plus de l'une des deux particulières que de l'autre, donc elle ne coupera pas en deux également l'angle du Confluent formé par ces deux directions. Il s'agit ici de déterminer en général quelle sera la division de cet angle, ou, ce qui est le même, la position de la direction commune. Voici comment M. Pitot parvient géométriquement à cette détermination assez délicate.

Les deux Rivières ne prennent une direction commune qu'après avoir en quelque sorte combattu, & s'être mises en équilibre, de manière qu'il n'y aura plus de combat, & qu'elles suivront paisiblement le même cours, la ligne de la direction commune est l'axe de cet équilibre, puisqu'il se fait à ses deux côtés, & sur lui, comme sur une suite continuë de points

d'appui. Les deux forces des deux Rivières sont donc égales aux deux côtés de la ligne de direction commune, & il ne faut plus que les exprimer algébriquement. Ce sont l'une & l'autre les produits de trois quantités, 1.^o la masse d'eau de l'une ou de l'autre Rivière, 2.^o la vitesse, 3.^o la distance à l'axe de l'Équilibre, car cette distance est à considérer toutes les fois qu'il s'agit d'équilibre. Or ici l'axe d'Équilibre est la même ligne que la direction commune.

De ces trois quantités les deux 1^{res} sont connus ou supposés connus. Reste la 3^{me} que l'on tirera aisément d'une Équation algébrique. La distance de l'une des Rivières, ou plutôt celle de son action sur l'axe d'Équilibre étant perpendiculaire à cet axe, ou à la ligne de la direction commune, ce sera aussi le Sinus de l'angle que fait avec cette direction la direction primitive de la Rivière. On aura donc l'une des deux parties de l'angle du Confluent divisé par la direction commune, & l'on aura en même temps l'autre partie.

Si les forces que les deux Rivières ont *par elles-mêmes*; c'est-à-dire, les produits des masses par les vitesses, sont des quantités égales, il est évident que la direction commune divise en deux moitiés égales l'angle du Confluent.

Pour prendre de tout ceci une idée encore plus nette, il sera bon de voir quelle sera la position de la direction commune par rapport aux directions particulières ou primitives, toujours dans la supposition de cette égalité des forces des Rivières, mais en y ajoutant celle de différents angles du Confluent.

Si cet angle est infiniment petit ou aigu, la direction commune sera infiniment inclinée, ou, ce qui est le même, parallèle aux deux directions particulières, ou même confondue avec elles.

Si l'angle du Confluent est droit, la direction commune fait un angle de 45 avec chacune des deux particulières.

Si l'angle du Confluent est infiniment obtus, c'est-à-dire, si les directions des deux Rivières ne sont qu'une même ligne droite, si elles se rencontrent de front, on concevra

ou qu'il ne se forme point de direction commune, ou que s'il y en a une, elle traversera les deux Rivières perpendiculairement à l'une & à l'autre des deux directions particulières.

Donc la direction ayant commencé dans le 1^{er} des deux cas extrêmes par avoir la même position que les directions particulières, & finissant dans le 2^d cas par en avoir une la plus opposée à la leur qu'il soit possible, il faut que dans tous les cas moyens, à commencer par le 1^{er} extrême, elle en ait une toujours plus différente, & en un mot d'autant plus différente que l'angle du Confluent sera plus grand.

Si l'on ne suppose plus l'égalité des forces naturelles des deux Rivières, il est clair en général que la direction commune n'aura plus la même position à l'égard des deux particulières, mais qu'elle se portera vers le côté le plus fort.

La direction commune des deux Rivières étant déterminée & connue, la vitesse commune qu'elles prendront ne l'est pas encore. Cette vitesse sera, comme dans tous les mouvements composés, moindre que la somme des deux vitesses primitives, & voici comment M. Pitot le prouve. La vitesse des Rivières dépend uniquement de la pente du terrain où elles coulent. Que cette pente immédiatement après la jonction soit la même qu'elle étoit immédiatement auparavant, il y aura égalité entre la somme des deux masses d'eau multipliées chacune par la vitesse particulière qu'elle avoit avant la jonction, & la somme des mêmes deux masses multipliée par la vitesse commune qui sera après la jonction. De cette égalité exprimée algébriquement, on tire la valeur de la vitesse commune, moindre que la somme des deux particulières & primitives.

Cela paroît bien contraire à ce que nous avons dit en 1710 *, que *l'union de deux Rivières les fait couler plus vite.* * + 173 Mais il n'étoit question alors que de causes Physiques particulières que nous ne considérons pas ici. Elles se combinent nécessairement avec le pur géométrique, & le dérangent souvent beaucoup.

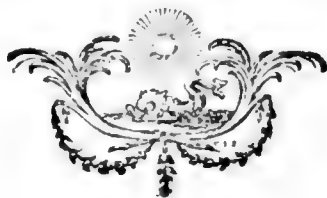
Nous avons supposé pareillement que les Rivières se joignoient dès qu'elles se rencontroient. Il s'en faut bien que ce ne soit là une vérité exacte. M. Pitot remarque que des Rivières peuvent faire jusqu'à 10 Lieues sans se mêler entièrement.

* p. 91.
& suiv.

M le Chevalier de Pontis, Enseigne des Galeres du Roy, a envoyé à l'Académie un Mémoire sur la Force des Cordes, où il rapporte un grand nombre d'expériences qu'il a imaginées & executées avec beaucoup de soin & d'adresse, & répétées plusieurs fois. Il en résulte la même conséquence que d'un Mémoire de M. de Reaumur dont nous avons parlé en 1711* ; parce que les Cordes sont tortillées, elles en ont moins de force. M. de Pontis s'est rencontré dans quelques raisonnements avec M. de Reaumur, & en a ajouté de nouveaux à cette Théorie. On a cru qu'en la suivant avec le même ordre & la même justesse, il parviendroit à perfectionner la fabrique des Cordes, ce qui feroit d'une très-grande utilité pour la Marine.

V. les M.
p. 159.

Nous renvoyons entièrement aux Mémoires L'Ecrit de M. Clairaut sur les Centres d'Oscillation dans des Milieux résistants.



E' L O G E

DE M. BOERHAAVE.

HERMAN BOERHAAVE nâquit le dernier de Décembre 1668 à Voorhout près de Leyde, de Jacques Boërhaave, Pasteur de ce petit Village, & d'Agar Paalder. Sa famille étoit originaire de Flandre, anciennement établie à Leyde, & d'une fortune très-médiocre. Dès l'âge de 5 ans, il perdit sa Mere, qui laissoit encore trois autres Enfants. Un an après le Pere se remaria, & six nouveaux Enfants augmentèrent sa famille. Heureux les Pays où le luxe & des mœurs trop délicates n'en font point craindre le nombre! Il arriva encore une chose qui seroit allés rare dans d'autres Pays, & dans d'autres mœurs, la seconde femme devint la Mere commune de tous les Enfants de son Mari, également occupée de tous, tendrement aimée de tous.

Le Pere, & par un amour naturel, & par une économie nécessaire, étoit le Précepteur des Garçons aussi long-temps qu'il pouvoit l'être. Il reconnut bientôt dans Herman des dispositions excellentes, & il le destina à remplir une place comme la sienne. Son ambition ne prenoit pas un plus grand vol. Il lui avoit déjà appris à l'âge de 11 ans beaucoup de Latin, de Grec, de Belles Lettres, & dans le même temps qu'il lui formoit l'esprit, il avoit soin de lui fortifier le corps par quelque'exercice modéré d'Agriculture, car il falloit que la bonne éducation coûtât peu.

Cependant vers l'âge de 14 ans le jeune Boërhaave fut attaqué d'un Ulcere malin à la Cuisse gauche, il fut tourmenté pendant près de quatre ans & du mal & des remedes, enfin après avoir épuisé tout l'art des Médecins & des Chirurgiens, il s'avisa de se faire de fréquentes fomentations avec de l'Urine où il avoit dissous du Sel, & il se guérit lui-même; pré sage, si l'on veut, de l'avenir qui l'attendoit.

Hist. 1738.

O

Cette longue maladie ne nuisit presque pas au cours de ses Etudes. Il avoit par son gout naturel trop d'envie de sçavoir, & il en avoit trop de besoin par l'état de sa fortune. Il entra à 14 ans dans les Ecoles publiques de Leyde, il passoit rapidement d'une Classe dans une plus élevée, & surtout il enlevoit tous les Prix. Il n'avoit que 15 ans quand la mort de son Pere le laissa sans secours, sans conseil, sans bien.

Quoique dans ses études il n'eût pour dernier & principal objet que la Théologie, il s'étoit permis des écarts assez considérables vers une autre Science extrêmement différente, vers la Géométrie, qu'il auroit presque dû ne connoître que de nom. Peut-être certains Esprits faits pour le Vrai sçavent-ils par une espece d'instinct, qu'il doit y avoir une Géométrie, qui sera quelque chose de bien satisfaisant pour eux, mais enfin M. Boërhaave se sentit forcé à s'y appliquer sans aucune autre raison que celle du charme invincible qui l'attiroit. Heureusement ce fut-là pour lui après la mort de son Pere une ressource qu'il n'avoit pas prévue. Il trouva moyen de subsister à Leyde, & d'y continuer ses études de Théologie en enseignant les Mathématiques à de jeunes gens de condition.

D'un autre côté la maladie dont il s'étoit guéri, lui fit faire des réflexions sur l'utilité de la Médecine, & il entreprit d'étudier les principaux Auteurs dans ce genre, à commencer par Hippocrate, pour qui il prit une admiration vive & passionnée. Il ne suivit point les Professeurs publics, il prit seulement quelques-unes des Leçons du fameux Drelincourt, mais il s'attacha aux Dissections publiques, & en fit souvent d'Animaux en son particulier. Il n'avoit besoin que d'apprendre des faits qui ne se devinent point, & qu'on ne sçait qu'imparfaitement sur le rapport d'autrui, tout le reste, il se l'apprenoit lui-même en lisant.

Sa Théologie ne laissoit pas d'avancer, & cette Théologie, c'étoit le Grec, l'Hébreu, le Chaldéen, la Critique de l'Ancien & du Nouveau Testament, les anciens Auteurs Ecclésiastiques, les Commentateurs modernes. Comme on le

connoissoit capable de beaucoup de choses à la fois, on lui avoit conseillé d'allier la Médecine à la Théologie, & en effet il leur donnoit la même application, & se préparoit à pouvoir remplir en même temps les deux fonctions les plus indispensablement nécessaires à la Société.

Mais il faut avouer que quoiqu'également capable de toutes les deux, il n'y étoit pas également propre. Le fruit d'une vaste & profonde lecture dans les matières Théologiques avoit été de lui persuader que la Religion très-simple au sortir, pour ainsi dire, de la bouche de Dieu, étoit présentement défigurée par de vaines, ou plutôt par de vicieuses subtilités philosophiques, qui n'avoient produit que des dissensions éternelles, & les plus fortes de toutes les haines. Il vouloit faire un Acte public sur cette Question, *Pourquoi le Christianisme prêché autrefois par des Ignorants, avoit fait tant de progrès, & en faisoit aujourd'hui si peu, prêché par des Sçavants?* On voit assés où ce Sujet, qui n'avoit pas été pris au hasard, devoit le conduire, & quelle cruelle Satire du Ministère Ecclésiastique en général y étoit renfermée. Pouvoit-il avec une façon de penser si singulière exercer ce Ministère tel qu'il le trouvoit? Pouvoit-il espérer d'amener un seul de ses Collegues à son avis? N'étoit-il pas sûr d'une guerre générale déclarée contre lui, & d'une guerre Théologique?

Un pur accident, où il n'avoit rien à se reprocher, se joignit apparemment à ces réflexions, & le détermina absolument à renoncer au Ministère, & à la Théologie. Il voyageoit dans une Barque, où il prit part à une conversation qui rouloit sur le Spinosisme. Un Inconnu plus orthodoxe qu'habile, attaqua si mal ce Système que M. Boërhaave lui demanda s'il avoit lû Spinoza. Il fut obligé d'avouer que non, mais il ne pardonna pas à M. Boërhaave. Il n'y avoit rien de plus aisé que de donner pour un Zélé & ardent défenseur de Spinoza, celui qui demandoit seulement que l'on connût Spinoza quand on l'attaquoit; aussi le mauvais raisonneur de la Barque n'y manqua-t-il pas, le Public, non-seulement très-susceptible, mais avide de mauvaises impressions,

le seconda bien, & en peu de temps M. Boërhaave fut déclaré Spinofiste. Ce Spinofiste cependant a été toute sa vie fort régulier à certaines pratiques de piété, par exemple, à ses Prières du matin & du soir. Il ne prononçoit jamais le nom de Dieu, même en matiere de Phitique, sans se découvrir la tête, respect qui, à la vérité, peut paroître petit, mais qu'un hypocrite n'auroit pas le front d'affecter.

Après son aventure, il se résolut à n'être désormais Théologien qu'autant qu'il le falloit pour être bon Chrétien, & il se donna entièrement à la Médecine. Il n'eut point de regret à la vie qu'il auroit menée, à ce Zele violent qu'il auroit fallu montrer pour des opinions fort douteuses, & qui ne méritoient que de la tolérance, à cet esprit de parti dont il auroit dû prendre quelques apparences forcées, qui lui auroient coûté beaucoup, & peu réussi.

Il fut reçu Docteur en Médecine l'an 1693, âgé de 25 ans, & ne discontinua pas ses Leçons de Mathématique, dont il avoit besoin en attendant les Malades qui ne viennent pas si-tôt. Quand ils commencèrent à venir, il mit en Livres tout ce qu'il pouvoit épargner, & ne se crut plus à son aise que parce qu'il étoit plus en état de se rendre habile dans sa Profession. Par la même raison qu'il se faisoit peu à peu une Bibliothèque, il se fit aussi un Laboratoire de Chimie, & quoiqu'il ne pût pas se donner un Jardin, il étudia beaucoup la Botanique.

Si l'on rassemble tout ce qui a été dit jusqu'ici, on sera sans doute étonné de la quantité de connoissances différentes qui s'amassoient dans une seule tête. Que seroit-ce donc si nous osions dire qu'il embrassa jusqu'à la Jurisprudence, & à la Politique? Il y a des Esprits à qui tout ce qui peut être sçu convient, & qu'une grande facilité de compréhension, une mémoire heureuse, une lecture continuelle, mettent en état d'apprendre tout. Peut-être ne seront-ils guère qu'apprendre, que sçavoir ce qui a été sçu par d'autres, mais ils sçauront eux seuls ce qui a été sçu par un grand nombre d'autres séparément, & il ne leur arrivera pas, comme à ceux

du caractère opposé, d'être d'un côté de grands Hommes, & de l'autre des Enfants.

Sa réputation augmentoit assés vite, & sa fortune fort lentement. Un Seigneur, qui étoit dans la plus intime faveur de Guillaume III, Roi d'Angleterre, le sollicita par de magnifiques promesses à venir s'établir chés lui à la Haye, mais le jeune Médecin craignit pour sa liberté, quoique peut-être avec peu de raison, & il refusa courageusement. Les Lettres, les Sciences forment assés naturellement des Ames indépendantes, parce qu'elles modèrent beaucoup les desirs.

M. Boërhaave eut dès-lors trois Amis de grande considération, M. Jacques Trigland célèbre Professeur en Théologie, & Mrs Daniel Alphen, & Jean van den Berg, tous deux élevés aux premières Magistratures, qu'ils exerçoient avec beaucoup d'honneur. Ils avoient presque deviné le mérite de M. Boërhaave, & ce fut pour eux une gloire dont ils eurent lieu dans la suite de se sçavoir bon gré, & pour lui un sujet de reconnoissance qu'il sentit toujours vivement. M. van den Berg lui proposa de songer à une place de Professeur en Médecine dans l'Université de Leyde, & l'effraya par cette proposition qu'il jugea aussitôt trop téméraire & trop ambitieuse pour lui, mais cet Ami habile & zélé, qui se crut assés fort par son crédit, & encore plus par le Sujet pour qui il agiroit, entreprit l'affaire, & elle fut faite en 1702.

Devenu Professeur public, il fit encore chés lui des Cours particuliers, qui sont & plus instructifs, & plus fréquentés, & pour tout dire, plus utiles au Maître. Le succès de ses Leçons fut tel, que sur un bruit qui courut qu'il devoit passer ailleurs, les Curateurs de l'Université de Leyde lui augmentèrent considérablement ses appointements, à condition qu'il ne les quitteroit point. Leur sage économie sçavoit calculer ce qu'il valloit à leur Ville par le grand nombre de ses Ecoliers.

Les premiers pas de sa fortune une fois faits, les suivans furent rapides. On lui donna encore deux places de Professeur,

l'une en Botanique, l'autre en Chimie, & les honneurs, qui ne sont que des honneurs, comme le Rectorat, ne lui furent pas épargnés.

Ses fonctions multipliées autant qu'elles pouvoient l'être, attirèrent à Leyde un concours d'Etrangers qui auroit presque suffi pour enrichir la Ville, & assurément les Magistrats ne se repentirent point d'avoir acheté cher l'assurance de posséder toujours un pareil Professeur. Tous les Etats de l'Europe lui fournissoient des Disciples, l'Allemagne principalement, & même l'Angleterre, toute fière qu'elle est, & avec justice, de l'état florissant où les Sciences sont chés elle. Quoique le lieu où il tenoit chés lui ses Cours particuliers de Médecine ou de Chimie fut assés grand, souvent pour plus de sûreté on s'y faisoit garder une place, comme nous faisons ici aux Spectacles qui réussissent le plus.

Il n'est pas étonnant que dans les Siècles où les Etablissements publics, destinés aux foibles Sciences d'alors, étoient fort rares, on se soit rendu de tous les Pays de l'Europe auprès d'un Docteur devenu célèbre, que quelquefois même on l'ait suivi jusque dans des Solitudes, lorsqu'il étoit chassé des Villes par la jalousie, & la rage de ses Rivaux. Mais aujourd'hui que tout est plein de Colleges, d'Universités, d'Académies, de Maîtres particuliers, de Livres qui sont des Maîtres encore plus surs, quel besoin a-t-on de sortir de sa Patrie pour étudier en quelque genre que ce soit? Trouverait-on ailleurs un Maître si supérieur à ceux que l'on avoit chés soi? Sera-t-on suffisamment récompensé du voyage? Il n'est guère possible d'imaginer sur ce point d'autre cause que les talents rares & singuliers d'un Professeur.

Il ne sera point obligé à inventer des Systèmes nouveaux, mais il le sera à posséder parfaitement tout ce qui a été écrit sur sa Science, à porter de la lumière par-tout où les Auteurs originaux auront, selon leur coûtume, laissé beaucoup d'obscurité, à rectifier leurs erreurs, toujours d'autant plus dangereuses, qu'ils sont plus effimables; enfin à refondre toute la Science, si on peut espérer, comme on le peut presque

toijours, qu'elle fera plus aifée à faifir fous une forme nouvelle. C'eft ce qu'a fait M. Boërhaave fur la Chimie, dans les deux Volumes in-4° qu'il en a donnés en 1732. Quoiqu'on l'eût déjà tirée de ces ténèbres miftérieufes où elle fe retranchoit anciennement, & d'où elle fe portoit pour une Science unique, qui dédaignoit toute communication avec les autres, il sembloit qu'elle ne fe rangeoit pas bien encore fous les loix générales de la Phifique, & qu'elle prétendoit conferver quelques droits & quelques privileges particuliers. Mais M. Boërhaave l'a réduite à n'être qu'une fimple Phifique, claire, & intelligible. Il a raflemblé toutes les lumières acquifes depuis un temps, & qui étoient confufément répandues en mille endroits différens, & il en a fait, pour ainfi dire, une Illumination bien ordonnée, qui offre à l'Efprit un magnifique Spectacle.

Il faut avouer cependant que dans cette Phifique ou Chimie fi pure, & fi lumineufe, il y admet l'Attraction, & pour agir avec plus de franchise que l'on ne fait affés fouver fur cette matière, il reconnoît bien formellement que cette Attraction n'eft point du tout un principe Méchanique. Peut-être la croiroit-on plus fupportable en Chimie qu'en Aftronomie, à caufe de ces mouvemens fubits, violents, impétueux, fi communs dans les opérations Chimiques; mais en quelque occafion que ce foit, aura-t-on dit quelque chofe, quand on aura prononcé le mot d'Attraction? On l'accufe d'avoir mis dans cet Ouvrage, des opérations qu'il n'a pas faites lui-même, & dont il s'eft trop fié à fes Artiftes.

Outre les qualités effentielles aux grands Professeurs, M. Boërhaave avoit encore celles qui les rendent aimables à leurs Difciples. Ordinairement on leur jette à la tête une certaine quantité de fçavoir, fans fe mettre aucunement en peine de ce qui en arrivera. On fait fon devoir avec eux précifément & fèchement, & on eft prefé d'avoir fait. Pour lui, il leur faifoit fentir une envie fincere de les inftruire, non-feulement il étoit très-exact à leur donner tout le temps

promis, mais il ne profitoit point des accidents, qui auroient pu légitimement lui épargner quelque Leçon, il ne manquoit point de la remplacer par une autre. Il s'étudioit à reconnoître les talents, il les encourageoit, les aidait par des attentions particulières.

Il faisoit plus ; si ses Disciples tomboient malades il étoit leur Médecin, & il les préferoit sans hésiter aux pratiques les plus brillantes, & les plus utiles. Il regardoit ceux qu'il avoit à instruire comme les Enfants adoptifs à qui il devoit son secours, & en les traitant il les instruisoit encore plus efficacement que jamais.

Il avoit trois Chaires de Professeur, & les remplissoit toutes trois de la même manière. Il publia en 1707, ses *Institutiones Medicae*, & en 1708, les *Aphorismi de cognoscendis & curandis Morbis*. Nous ne parlons que des premières Editions, qui ont toujours été suivies de plusieurs autres. Ces deux Ouvrages, & principalement les Institutions, sont fort estimés de ceux qui sont en droit d'en juger ; il s'y propose d'imiter Hippocrate. A son exemple, il ne se fonde jamais que sur l'Expérience bien avérée, & laisse à part tous les Systèmes qui peuvent n'être que d'ingénieuses productions de l'Esprit humain, désavouées par la Nature. Cette sagesse est encore plus estimable aujourd'hui que du temps d'Hippocrate où les Systèmes n'étoient ni en aussi grand nombre, ni aussi séduisants. L'imitation d'Hippocrate paroît encore dans le stile serré & nerveux de ses Ouvrages. Ce ne sont en quelque sorte que des germes de Vérités extrêmement réduites en petit, & qu'il faut étendre & développer, comme il le faisoit par ses explications.

Pourra-t-on croire que les Institutions de Médecine & les Aphorismes de M. Boërhaave aient eu un aussi grand succès pour passer les bornes de la Chrétienté, pour se répandre jusqu'en Turquie, pour y être traduits en Arabe, & par qui ? par le Musli lui-même. Les plus habiles Turcs entendent-ils donc le Latin ? entendront-ils une infinité de choses qui ont rapport à notre Physique, à notre Anatomie, à notre

à notre Chimie d'Europe, & qui en supposent la connoissance? Comment sentiront-ils le mérite d'Ouvrages qui ne sont à la portée que de nos Sçavants? Malgré tout cela, M. Albert Schultens, très-habile dans les Langues Orientales, & qui, par ordre de l'Université de Leyde, y a fait l'Oraison funebre de M. Boërhaave, y a dit qu'il avoit vû cette traduction Arabe, il y avoit alors cinq ans, que l'ayant confrontée à l'original, il l'avoit trouvée fidelle, & qu'elle devoit être donnée à la nouvelle Imprimerie de Constantinople.

Un autre fait qui regarde les *Institutions*, n'est guère moins singulier, quoique d'un genre très-différent. Lorsqu'il réimprima ce Livre en 1713, il mit à la tête une Épître dédicatoire à Abraham Drolenvaux, Sénateur & Echevin de Leyde, où il le remercie très-tendrement & dans les termes les plus vifs de s'être privé de sa fille unique pour la lui donner en mariage. C'étoit au bout de trois ans que venoit ce remerciement, & qu'il faisoit publiquement à sa femme une déclaration d'amour.

Il avoit du goût pour ces sortes de Dédicaces, & il aimoit mieux donner une marque flatteuse d'amitié à son égal, que de se prosterner aux pieds d'un Grand, dont à peine peut-être auroit-il été apperçû. Il dédia son Cours de Chimie à son frere Jacques Boërhaave Pasteur d'une Eglise, qui destiné par leur Pere à la Médecine, l'avoit fort aidé dans toutes les opérations Chimiques auxquelles il se livroit, quoique destiné à la Théologie. Ils firent ensuite entre eux un échange des destinations.

Nous n'avons point encore parlé de M. Boërhaave comme Professeur en Botanique. Il eut cette place en 1709, année si funeste aux Plantes par toute l'Europe, & l'on pourroit dire que du moins Leyde eut alors une espece de dédommagement. Le nouveau Professeur trouva dans le Jardin public 3000 Plantes, il avoit doublé ce nombre dès 1720. Heureusement il avoit pris de bonne heure, comme nous l'avons déjà dit, quelque habitude d'Agriculture, & rien ne convenoit mieux, & à sa santé, & à son amour pour la vie

simple, que le soin d'un Jardin, & l'exercice corporel qu'il demandoit. D'autres mains pouvoient travailler, mais elles n'eussent pas été conduites par les mêmes yeux. Il ne manqua pas de perfectionner les Méthodes déjà établies pour la distribution & la *nomenclature* des Plantes.

Après qu'il avoit fini un de ses trois Cours, les Etrangers, qui avoient pris les Leçons, sortoient de Leyde, & se dispersoient en différents Pays, où ils portoient son nom, & ses louanges. Chacune des trois fonctions fournissoit un flot qui partoît, & cela se renouvelloit d'année en année. Ceux qui étoient revenus de Leyde y en envoyoient d'autres, & souvent en plus grand nombre. On ne peut imaginer de moyen plus propre à former promptement la réputation d'un Particulier, & à l'étendre de toutes parts. Les meilleurs Livres sont bien lents en comparaison.

Un grand Professeur en Médecine & un grand Médecin peuvent être deux hommes différents, tant il est arrêté à l'égard de la Nature humaine, que les choses qui paroissent les plus liées par elles-mêmes, y pourront être séparées. M. Boërhaave fut ces deux hommes à la fois. Il avoit sur-tout le *Pronostic* admirable, & pour ne parler ici que par faits, il attira à Leyde, outre la foule des Etudiants, une autre foule presque aussi nombreuse de ceux qui venoient de toutes parts le consulter sur des Maladies singulières rebelles à la Médecine commune, & quelquefois même par un excès de confiance sur des Maux ou incurables, ou qui n'étoient pas dignes du voyage. J'ai ouï dire que le Pape Benoît XIII le fit consulter.

Après cela on ne sera pas surpris que des Souverains qui se trouvoient en Hollande, tels que le Czar Pierre I, & le Duc de Lorraine, aujourd'hui Grand Duc de Toscane, l'aient honoré de leurs visites. Dans ces occasions c'est le Public qui entraîne ses Maîtres, & les force à se joindre à lui.

En 1731 l'Académie des Sciences choisit M. Boërhaave pour être l'un de ses Associés Etrangers, & quelque temps après il fut aussi Membre de la Société Royale de Londres.

Nous pourrions peut-être nous glorifier un peu de l'avoir prévenu, quoique la France eût moins de liaison avec lui que l'Angleterre.

Il se partagea également entre les deux Compagnies, en envoyant à chacune la moitié de la Relation d'un grand travail * suivi nuit & jour & sans interruption pendant 15 ans entiers sur un même feu, d'où il résulta que le Mercure étoit incapable de recevoir aucune vraie altération, ni par conséquent de se changer en aucun autre Métal. Cette opération ne convenoit qu'à un Chimiste & fort intelligent & fort patient, & en même temps fort aisé. Il ne plaignit pas la dépense, pour empêcher, s'il est possible, celles où l'on est si souvent & si malheureusement engagé par les Alchimistes.

* V. l'Hist.
de 1734.
p. 55. & f.

Sa vie étoit extrêmement laborieuse, & son tempérament, quoique fort & robuste, y succomba. Il ne laissoit pas de faire de l'exercice, soit à pied, soit à cheval, & quand il ne pouvoit sortir de chés lui, il jouoit de la Guitarre, divertissement plus propre que tout autre à succéder aux occupations sérieuses & tristes, mais qui demande une certaine douceur d'ame que les gens livrés à ces sortes d'occupations n'ont pas ou ne conservent pas toujours. Il eut trois grandes & cruelles maladies, l'une en 1722, l'autre en 1727, & enfin la dernière qui l'emporta le 23 Septembre 1738.

M. Schultens, qui le vit en particulier trois semaines avant sa mort, atteste qu'il le trouva au milieu de ses mortelles souffrances dans tous les sentiments non-seulement de soumission, mais d'amour pour tout ce qui lui venoit de la main de Dieu. Avec un pareil fond il est aisé de juger que ses mœurs avoient toujours été très-pures. Il se mettoit volontiers en la place des autres, ce qui produit l'équité & l'indulgence, & il mettoit volontiers aussi les autres en sa place, ce qui prévient ou réprime l'orgueil. Il desarmoit la médisance & la Satire en les négligeant, il en comparoit les traits à ces Étincelles qui s'élancent d'un grand feu, & s'éteignent aussi-tôt quand on ne souffle pas dessus.

Il a laissé un bien très-considérable, & dont on est surpris

quand on songe qu'il n'a été acquis que par les moyens les plus légitimes. Il s'agit peut-être de près de deux Millions de Florins, c'est-à-dire, de quatre Millions de notre Monnoye. Et qu'auroient pu faire de mieux ceux qui n'ont jamais rejeté aucun moyen, & qui sont partis du même point que lui ? Il a joui long-temps de trois Chaires de Professeur, tous ses Cours particuliers produisoient beaucoup, les consultations qui lui venoient de toutes parts étoient payées sans qu'il l'exigeât, & sur le pied de l'importance des personnes dont elles venoient, & sur celui de sa réputation ; d'ailleurs la vie simple dont il avoit pris l'habitude, & qu'il ne pouvoit ni ne devoit quitter, nul goût pour des dépenses de vanité & d'ostentation, nulle fantaisie, ce sont encore là de grands fonds, & tout cela mis ensemble, on voit qu'il n'y a pas eu de sa faute à devenir si riche. Ordinairement les hommes ont une fortune proportionnée, non à leurs vastes & insatiables desirs, mais à leur médiocre mérite, M. Boërhaave en a eu une proportionnée à son grand mérite, & non à ses desirs très-modérés. Il a laissé une Fille unique héritière de tout ce grand bien.





MEMOIRES
DE
MATHEMATIQUE
ET
DE PHYSIQUE,
TIRES DES REGISTRES
de l'Académie Royale des Sciences,
De l'Année M. DCCXXXVIII.

TROISIEME PARTIE
DES RECHERCHES PHYSICO-MATHEMATIQUES
SUR LA REFLEXION DES CORPS.

Par M. DE MAIRAN.

JE dois demander grace au Public sur ce que je remplis
si tard mes engagements. J'avois promis, en finissant
ce que je donnois de ces Recherches en 1723, que
j'en ferois bien-tôt l'application aux différents degres de
Mem. 1738. 17 Decemb.
1738.

A

réfrangibilité de la Lumière, & voilà plusieurs années qui se sont passées, sans que j'aye tenu ma promesse. A l'égard de l'Académie, j'espère qu'elle m'excusera aisément. On sçait assés dans cette Compagnie, que quoiqu'elle suive constamment le plan des occupations qu'elle s'est fait, il n'en peut pas être toujours de même de ses membres, dans celles qu'ils s'étoient prescrites. De nouvelles questions que les progrès des Sciences y font naître, des ordres de la Cour pour en éclaircir quelques autres, & différents points de Théorie ou de Pratique sur lesquels on lui fait l'honneur de la consulter de toutes parts, nous contraignent souvent d'abandonner pour un temps l'objet actuel de notre travail, & de nous attacher à un autre qui n'y a quelquefois aucun rapport.

J'avoue aussi qu'ayant envisagé de plus près la matière que j'ai à traiter, j'y trouvai des difficultés, & de nouveaux sujets de détail, qui m'empêcherent d'achever, & de lire à l'Académie ce que j'en avois déjà mis par écrit, & qui fait la plus grande partie de ce que je donnerai aujourd'hui. Ces difficultés rouloient sur le Systeme de la Lumière & des Couleurs de M. *Newton*, que j'avois toujours eu en vuë, quant à sa partie expérimentale & de fait, & qui à cet égard me paroît de plus en plus conforme à la Nature. Cependant la plupart de ces difficultés ont été levées depuis, ou ne sont plus guere en état de faire impression, par la faveur que ce système a acquise dans l'esprit de presque tous les Physiciens de l'Europe. Telles sont, par exemple, celles qu'on trouve dans le Livre de M. *Rizzetti*, *De Luminis affectionibus*. J'ai parmi mes Papiers, une Lettre manuscrite de cet Auteur, qui fut, comme je crois, envoyée à l'Académie dans le temps même que j'y lisois ces Mémoires, c'est-à-dire, en 1722, ou 23, & qui contient plusieurs objections contre la Théorie de M. *Newton*. Cette Lettre fut imprimée ensuite dans les Actes de Leipfick, année 1724, & accompagnée des Réponses de M. *Richter*. Enfin le Livre de M. *Rizzetti* ayant paru en 1727, M. *Desaguliers* y répondit l'année suivante, après avoir fait devant plusieurs Membres de la Société Royale de Londres, &

devant plusieurs autres Sçavants de différentes Nations, toutes les expériences nécessaires à la justification de la Théorie Newtonienne.

On a cru aussi infirmer la Théorie des différents degrés de réfrangibilité des rayons colorés de la Lumière, par les différentes couleurs que l'on remarque dans la lumière foible & réfléchie de certains objets éclairés, & vûs en partie dans l'ombre; en ce que ces couleurs y semblent naître du simple mélange de l'ombre & de la lumière. Mais outre que ces sortes de phénomènes me paroissent très-équivoques, étant quelquefois différemment apperçus par les mêmes, ou par différents observateurs, ils ne tiennent, ce me semble, qu'à des singularités, ou à de petites branches de la Théorie immense des Couleurs, & je ne crois pas y devoir faire attention dans des Recherches où je ne prétends m'attacher qu'au gros du Systeme. Car je pense, que lorsqu'il s'agit d'une question aussi étendue que celle-ci, & qui embrasse un si prodigieux nombre de faits, on ne doit considérer d'abord que ceux qui sont les plus apparents & les plus certains, & où la propriété qu'on veut constater, ou combattre, se montre, pour ainsi dire, par ses plus grands côtés, sans se mettre en peine des accessoires, & de mille circonstances particulières qui la compliquent toujours. Ce n'est pas aussi sur de semblables expériences, d'une lumière mêlée d'ombres, que M. *Newton* a établi la différente réfrangibilité des rayons colorés; mais sur celles qui résultent de la lumière la plus brillante du Soleil, & principalement d'après cette lumière rompue à travers le Prisme.

Je voulois encore entrer dans le détail de l'analogie du Son & de la Lumière, des Tons de Musique & des Couleurs Prismatiques. Mais c'est ce que j'ai déjà fait dans le Discours accompagné d'Eclaircissements, que je lus l'année dernière à l'Académie, *sur la Propagation du Son dans ses différents Tons*, où cette analogie ne trouve pas moins bien sa place qu'elle auroit fait ici; & je n'aurai que peu de chose à y adjoûter.

Voilà donc mon travail fort abrégé par toutes ces avances, sur des matières dont je redoutois peut-être un peu trop la discussion. Aussi serai-je beaucoup plus court à plusieurs égards, que je n'avois espéré pouvoir l'être, n'ayant souvent qu'à indiquer les principes posés dans les Mémoires de 1722 & 23, pour en faire l'application au sujet de celui-ci.

Mais des difficultés que l'on m'a faites depuis, & auxquelles je n'avois pas cru devoir m'attendre, demanderont quelque examen. En voici une des plus importantes. Ces mêmes principes que j'ai employés, qui sont purement mécaniques, & qu'on ne peut refuser d'admettre pour tout ce qui se passe sous nos yeux dans les corps grossiers, ont paru insuffisants à quelques personnes, qui jugent la Réflexion & la Réfraction de la Lumière inexplicables par le Mécanisme, & croient qu'elle dépend absolument d'une répulsion & d'une attraction de la part du corps réfléchissant, ou rompant, qui ne sauroient être réduites aux loix de la Mécanique ordinaire. En un mot, on m'a opposé l'Attraction aujourd'hui proprement dite, prétendue essentielle & inhérente à la matière.

Sur quoi je prierai d'abord le Lecteur de considérer; Que soit que le principe mécanique de l'impulsion & du choc des corps se trouve, ou ne se trouve pas suffisant pour expliquer la cause primitive & prochaine des effets de la Nature, ce qu'il y a de fondamental & d'essentiel dans mes Recherches sur la Réflexion & la Réfraction des corps en général, & en particulier de la Lumière, n'en subsiste pas moins dans toute sa force; mon principal but n'ayant été que d'expliquer des effets secondaires, mathématiquement, & par le calcul, comme l'indique assés le titre de mon ouvrage, & comme je l'ai dit en plus d'un endroit. Ces Mémoires ont été composés dans la vuë de n'y adopter par nécessité aucun Systeme de Physique sur la Lumière: j'ai voulu seulement ne m'y écarter jamais de l'idée claire du Mécanisme; de manière que l'hypothese des *vibrations de pression*, & celles qui s'y rapportent, celle de l'*émission* des corpuscules lumineux, & même l'*attraction*, en tant qu'expérimentale, ou effet extérieur d'une cause

quelconque, s'y trouvaient renfermées par des Formules uniquement relatives à cet effet. Ainsi le plan mobile dans la Réfraction, telle que je la considère, la ramène entièrement à l'idée simple de la Réflexion ; la force perpendiculaire qui agit contre ce plan, ou qui décompose le mouvement oblique du globule poussé contre lui, y représente, ou le transport actuel du globule en ce sens, ou sa simple tendance, ou l'attraction du nouveau milieu, laquelle ne doit être considérée, selon l'hypothèse, qu'à l'instant du passage, la surface de ce nouveau milieu, plus ou moins résistante, devant produire un effet analogue à ce qui se passe sur le plan fictice. Il n'est plus question après cela de ce qui arrive au globule, ou à la file comprimée de plusieurs globules, jusqu'à ce qu'ils rencontrent un milieu différent. Car on convient dans toutes ces hypothèses, que le mouvement de la lumière y doit être regardé comme uniforme, vû la vitesse de ce mouvement, ou la promptitude des vibrations, ou la tendance presque infinies de la lumière. Et si dans les Remarques dont j'ai accompagné mes Propositions, & leurs Corollaires, j'ai touché quelques points de Physique, sur la contexture des corps diaphanes, sur les fluides qui peuvent remplir leurs pores, ou environner toutes leurs parcelles, comme autant de petites atmosphères, dont mille phénomènes nous assurent l'existence ; si j'y rappelle quelquefois l'histoire de nos progrès dans toutes ces connoissances, ce sont des hors-d'œuvres dont on peut se passer. En un mot je n'ai prétendu donner, à la rigueur, que la Théorie Physico-Mathématique de la Réflexion des corps, avec ses principaux accidents, & réduite au Mécanisme intelligible & connu.

Je dois encore avertir, que quand il s'agit de chercher la cause physique des phénomènes de la Lumière, on ne scauroit faire trop d'attention à ce qui a été dit dans l'*Art. LXII, Rem. 12, pp. 372, 373 & 374*, de mon second Mémoire, sur la perméabilité plus ou moins grande des milieux, par rapport à la Lumière. Car malgré toutes les précautions que j'avois prises sur ce sujet, on m'a fait quelques objections qui

sembloit supposer, que la lumière traverse les corps diaphanes, en brisant leur tissu, ou en écartant çà & là leurs parties propres; puisque l'on en conclut, comme faisoit *M. de Fermat* dans sa dispute avec *Descartes*, que si le mécanisme que j'ai employé, avoit lieu dans la transmission de la lumière, elle devroit s'écarter de la perpendiculaire à la rencontre du milieu plus dense, ce qui est manifestement contraire au fait. On ne songe point que la lumière ne peut se mouvoir, si elle se meut réellement par un mouvement de projectile ou de transport, que dans les intervalles vuides, ou non vuides, qui sont semés entre les parties propres du corps réfringent, & dont la somme ou la grandeur doit, selon *M. Newton* même, surpasser presque infiniment l'espace que les parties propres occupent, eu égard au volume extérieur & apparent du corps. Je ne sçaurois donc trop le répéter, la densité alléguée n'est relative qu'à la quantité de matière propre, qui se manifeste à nous par le poids, & que nous ne connoissons que par le poids, & ne conclut rien du tout par rapport à la densité, ou à la perméabilité plus ou moins grande du fluide renfermé dans les intervalles, qui sont le sujet immédiat de la transmission de la lumière. Et si l'on attribue, avec *M. Perrault*, la transmission de la lumière aux vibrations particulières qu'elle peut exciter sur le corps diaphane & réfringent, & qui se communiqueront au fluide répandu dans ses pores, & de-là au dehors, comme les vibrations ou les frémissements des parties insensibles du corps sonore se communiquent à l'air pour y produire le son, une pareille hypothèse ne changera rien encore à ma Théorie; parce que la promptitude de ces vibrations peut être, & paroît même devoir être plus grande dans le corps appelé *plus dense*, que dans celui qu'on appelle *plus rare*.

V. *Essais de*
Physiq. de M.
Perrault sur la
Transparence
des corps, t. 4.
p. 237.

Enfin puisque j'en ai assez dit dans les Mémoires qui précèdent celui-ci, & dans ce préliminaire, pour faire juger que je ne crois pas qu'on doive recourir à d'autres hypothèses, en expliquant les effets de la lumière, qu'à celles qui sont fondées sur le Mécanisme, & combien en même temps je

suis peu disposé à admettre le Systeme de l'Attraction innée, je ne finirai pas ces Recherches sans dire plus particulièrement ce que je pense de ce système, en tant qu'applicable à la Réfraction, & sans montrer, comme je l'espère, que tout gratuit qu'il est, & quelque commode qu'il paroisse, il souffre pour le moins autant de difficulté que ceux auxquels on a voulu le substituer.

Mais en attendant, on s'éloigneroit beaucoup de mes intentions, si l'on prenoit ce que je donne ou ce que je donnerai sur la Lumière & les Couleurs, pour une Critique indirecte de la doctrine de M. *Newton* sur ce sujet. On doit plutôt le regarder comme une espece de Commentaire sur la partie la plus essentielle de son Optique, sur ses expériences, & sur les inductions physico-mathématiques qu'il en faut tirer. Car bien des personnes refusent d'admettre ou d'examiner ces expériences & ces inductions, seulement parce que M. *Newton*, ou quelques-uns de ses disciples nous les ont données comme la suite ou la preuve de cette même attraction dont je viens de parler. Or qu'y a-t-il de plus utile dans ces circonstances, & pour la vérité, que je me flatte de chercher sans aucun esprit de parti, & pour ramener à cet égard les plus zélés partisans de *Descartes*, que de leur faire voir que ces découvertes, qu'ils s'obstinent à rejeter, ou à combattre, n'ont rien en soi qui ne s'accorde parfaitement avec le Mécanisme, & avec les plus solides, & les plus rigoureux principes de la Philosophie Cartésienne.

Je reprendrai les numero des Articles & des Figures où je les ai quittés dans le Volume de 1723, en les marquant, & en les citant tout de suite dans cette troisième Partie, comme ne faisant qu'un seul & même ouvrage avec les deux précédentes. Les Mémoires de 1722, page 6, &c. contiennent les 34 premiers Articles, depuis I jusqu'à XXXIV, inclusivement, & les 13 premières Figures; les Mém. de 1723, p. 343, &c. contiennent les 34 Articles suivans, depuis XXXV, jusqu'à LXVIII, & les Figures 14, 15, 16, 17 & 18. Tout ce qui suit, Art. LXIX, jusqu'au CXVIII,

S MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

& Fig. 19, jusqu'à la 3^{me} inclusivement, sera contenu dans ce Volume.

J'ai rassemblé dans un *Errata*, que l'on trouvera à la fin de ce même Volume, toutes les fautes d'impression que j'avois ci-devant apperçues dans les deux Mémoires de 1722 & 1723, & celles que j'ai pû y appercevoir dans la dernière lecture que j'en ai faite.

DE LA REFRACTION
PARTICULIERE,

OU

*Des différents degrés de Réfrangibilité de la Lumière,
& de ses Couleurs.*

LXIX. Il ne sçauroit arriver de changement dans un effet, sans qu'il n'y soit survenu quelque nouvelle cause. Un mobile qui viendra frapper plusieurs fois de la même manière la surface d'un milieu différent de celui qu'il quitte, mais toujours le même, s'y réfléchira, ou s'y rompra toujours de la même manière, sous le même angle, & avec la même force. C'est la même chose, si plusieurs mobiles égaux viennent frapper de la même manière le nouveau milieu : il ne sçauroit y avoir de différence dans leur Réflexion, ou dans leur Réfraction ; le même angle d'incidence doit toujours produire en eux le même angle de Réflexion, ou de Réfraction.

Au contraire si des mobiles, qui diffèrent entre eux par leurs mouvements, ou par quelque modification particulière, viennent frapper la surface du nouveau milieu, il est évident que leur Réflexion, ou leur Réfraction pourra être différente, & se faire sous divers angles, quoique leur incidence soit la même.

Ce principe, & son inverse sont si clairs, & l'application s'en fait si naturellement au sujet propre de la lumière, qu'il seroit inutile de s'y arrêter davantage. Tout rayon sensible de lumière se divise, en passant obliquement d'un milieu dans un autre,

un autre, ses parties deviennent divergentes de parallèles qu'elles étoient, en un mot elles se rompent sous différents angles, & elles excitent sur l'organe de la vuë des ébranlements différents, puisqu'ils répondent aux sensations de différentes couleurs. Il faut donc conclurre, que *les parties qui composent un rayon de lumière ne sont pas homogènes, ou ne se trouvent pas dans les mêmes circonstances au moment de leur passage d'un milieu dans un autre.*

LXX. Je conçois que la Réflexion, & la Réfraction peuvent changer par les *différentes figures* du mobile, par les *différentes positions* eu égard au plan ou à la surface du nouveau milieu à l'instant du choc; par la *masse* & la *différente grosseur*, par les *divers mouvements curvilignes, ou rectilignes mêlés de rotation*; & par les *différentes vitesses*.

Sur la différente figure des corpuscules de la Lumière.

LXXI. Les changements qui peuvent arriver à la Réfraction par les différentes figures du mobile, & par les différentes positions que ces figures y occasionnent sur le plan réfringent, dans l'instant de la rencontre, ne sçauroient rien avoir de constant, & de régulier, ni qui puisse nous être utile pour l'explication des phénomènes de la Lumière à cet égard. C'est pourquoi nous nous contenterons de ce qui en a été dit dans la première Partie, en parlant de la Réflexion des Poliédres, *Art. XXIX, XXX, XXXI, & XXXII*. Les circonstances du plan mobile, ou de la superficie pénétrable d'un nouveau milieu, qui caractérisent la Réfraction, y peuvent être aisément suppléées par le Lecteur. Car nous tirerons des mêmes principes, & de ce qu'il y a de constant dans la Réfraction de la Lumière, la même conséquence que nous avons tirée de la régularité de la Réflexion, sçavoir, qu'elle ne peut consister qu'en des globules ou parties sphériques, toute autre figure étant insuffisante à produire ce que nous voyons qui lui arrive constamment, *Art. XXXIII, & XXXIV*.

LXXII. *Remarque 15.* Cette conséquence, & ce qui a

Mem. 1738.

B

été démontré dans les articles cités, n'a lieu cependant, qu'autant que l'on y suppose les globules ou les files de globules qui composent un rayon sensible de lumière, comme isolés & séparés l'un de l'autre par quelque intervalle. Car si toutes les parties du rayon se touchoient, & s'entr'appuyoient latéralement dans le cours de leur propagation, & à la rencontre du plan réfléchissant, ou rom pant, en un mot, si le rayon de lumière n'étoit qu'un fluide massif, & tel qu'un cylindre d'eau renfermé dans un tube, comme quelques personnes m'ont paru l'imaginer, j'avoue que la figure des parties, soit sphérique, soit poliedre, n'y produiroit pas la même différence, & qu'il y auroit beaucoup à changer dans les inductions que j'en ai tirées. Mais c'est-là à mon avis une grande erreur.

La Lumière est vraisemblablement de tous les corps que nous connoissons le plus rare, & dont les parties relativement à leur grosseur sont à une plus grande distance les unes des autres. Un peu d'attention suffit pour s'en convaincre. La lumière n'agit que par radiation, c'est-à-dire, en partant d'un centre, qui est le point lumineux, d'où elle s'étend en divergence. Or les parties divergentes ne se touchent pas, & elles s'écartent d'autant plus les unes des autres, qu'elles sont plus loin de leur centre commun ou de leur origine. Soient, par exemple, deux files de globules, ou, pour plus de simplicité, deux globules, qui étant imaginés comme contigus & se touchants au centre du Soleil, s'écartent ensuite l'un de l'autre jusqu'à sa surface, c'est-à-dire, dans le cours de 150,000 lieues, seulement de la quantité d'un de leurs diamètres. Ces deux globules parvenus à la Terre d'un mouvement égal, se trouveront donc à 200 de leurs diamètres de distance l'un de l'autre, puisque la Terre est à environ 200 demi-diamètres du Soleil; & s'ils vont jusqu'à la Planete de Saturne, ils y seront près de 10 fois plus écartés, ou de 2000 fois la longueur de leur diamètre. Enfin si l'on suppose, comme il est de fait, qu'ils sont repoussés de Saturne jusqu'à nous, & centralement par rapport à son globe, dont le diamètre vaut à peu-près un 10^{me} de celui du Soleil, on

trouvera leur distance de 4,000,000 de leurs diamètres.

L'inverse de cette idée ou la convergence des rayons lumineux, que l'on se procure par le moyen du Miroir ardent, ne prouve pas moins la prodigieuse rareté de la lumière; car toute réunion suppose une séparation antérieure. Et comme il est à croire que cette réunion artificielle est bien imparfaite en comparaison de celle qui est possible dans la nature, nous pouvons présumer aussi, que les intervalles qu'elle nous indique entre les particules de la lumière, quelque grands qu'ils nous paroissent, sont beaucoup moindres que ceux qui existent en effet.

L'exception forcée d'une matière crêpée & filamenteuse; ou d'un amas de vessies capables de se dilater à l'infini, sans cesser de se toucher, & de s'appuyer réciproquement les unes sur les autres, se détruit par la propriété incontestable qu'a la lumière de ne se transmettre qu'en ligne droite, & jamais par des tuyaux recourbés, comme fait le Son, & comme elle feroit, si son sujet propre étoit de même nature que celui du Son.

Mais rien n'est plus capable de montrer, & la petitesse, & la rareté presque infinies des globules de la lumière, que la décuSSION ou le croisement qui se fait des rayons qui en résultent, à un trou d'un vingtième de ligne, par exemple, & qui n'empêche pas que l'œil n'aperçoive à travers, & sans confusion, tous les objets, & toutes les couleurs réfléchies d'une vaste campagne. Le croisement est cependant incontestable, puisque ces mêmes objets reçus sur un papier blanc, dans une chambre obscure, à quelque distance du trou, s'y peignent renversés en tous sens, & avec leurs vraies couleurs.

Les couleurs directes de la lumière rompue à travers le Prisme, ne souffrent pas plus d'altération en venant à se croiser les unes les autres. Si l'on reçoit deux rayons Solaires dans la chambre obscure, sur deux Prismes ajustés à quelque distance l'un au-dessus de l'autre, & dont les angles réfringents soient tournés en sens contraire, l'un en bas l'autre en haut, & qu'on fasse croiser les rayons rompus & colorés qui en

sortent, il en résultera à l'endroit de ce croisement ou de cette décussation, une image Solaire oblongue composée, & toute troublée par rapport à ses couleurs; parce que le violet, par exemple, de l'un des deux Spectres s'y mêle avec le rouge, l'orangé, & une partie du jaune de l'autre, réciproquement, & que le verd de l'un y porte sur le bleu-céleste de l'autre, &c. Mais si l'on reçoit les deux Spectres au de-là du point de décussation, ils s'y peindront à l'ordinaire, & séparément, sans aucun vestige de ce mélange de leurs couleurs, comme si chacun avoit été seul, si ce n'est peut-être que leur vivacité fera un peu diminuée par la double lumière qui a été introduite dans la chambre.

Je conclus donc de tout ce qui vient d'être dit à la suite des articles cités, que j'ai pu, & dû raisonner d'un rayon de lumière qui se réfléchit, ou qui se rompt à la rencontre d'un nouveau milieu ou d'un plan quelconque, comme d'un composé de globules ou petites Spheres séparées, & à peu-près comme on pourroit faire à l'égard de quelques balles de mousquet, qui viendroient frapper une grande table, ou la surface de l'eau d'un bassin.

*Sur la différente masse ou grosseur des Globules
de la Lumière.*

LXXIII. Quant à la masse & à la grosseur différente du mobile, c'est-à-dire, comme nous l'entendrons toujours à l'avenir, de la Sphere choquante, par rapport à un même plan, il n'en peut naître que les variations déjà expliquées dans l'Article XLIV, à l'égard d'une même Sphere, qui rencontreroit des plans mobiles de différente masse, cela étant tout-à-fait réciproque. La grosseur ou la masse différente de la Sphere ne changera donc rien à la Réfraction, tant que la masse du plan mobile qu'elle rencontre, conservera le même rapport avec elle. Et c'est ainsi qu'il faut toujours le concevoir, dès qu'on ramène cette idée au Physique, au plan pénétrable, ou au nouveau milieu. Car quelle que soit la grosseur de la Sphere qui vient déplacer dans ce nouveau

milieu une quantité de matière égale à son volume, cette quantité aura toujours le même rapport de masse avec elle.

LXXIV. *Corol. 32.* D'où il suit, que la différente masse ou grosseur des globules de la lumière, indépendamment de toute autre circonstance, ne sauroit produire les différents degrés de réfrangibilité que nous remarquons dans les parties qui composent un de ses rayons sensibles.

*Sur les différentes Rotations des Globules
de la Lumière.*

LXXV. Nous avons toujours considéré le mouvement de la Sphere comme résultant de la composition des deux forces z & x , dont l'une, z , agit parallèlement au plan, & l'autre, x , lui est perpendiculaire. Les changements qui arrivent à la force z , qui devient par-là $z \pm r$, n'apportent pas moins de changement à la réfraction, que les variations de la force perpendiculaire du ressort, $x \pm p$, dont nous avons examiné les divers cas, *Art. XLIV*, & ses *Corollaires*. On feroit donc ici un semblable examen par rapport à la force $z \pm r$, si cela n'avoit été déjà fait dans la première Partie, *Artt. XII, XVI*, & les *Corollaires* qui les suivent, *Artt. XVII, XXIII*, &c. Il faut seulement remarquer, que les changements de la force parallèle de la Sphere ne pouvant influer sur la Réfraction, qu'autant qu'ils se compliquent avec ceux de la force perpendiculaire, on devra se servir désormais des Formules générales où les deux forces $z \pm r$, $x \pm p$, entrent conjointement, & de la composition desquelles nous avons détaillé le résultat, *Art. VIII*. On peut s'en faire des exemples sur la Figure 7, en substituant le plan mobile ou pénétrable à celle du plan subitement ôté dans un instant quelconque de l'action du ressort, & en ne prenant de cette Figure, que les chemins DCM , ou KCM , ou $KC\gamma$, conformément à la première définition qui précède l'*Art. XLVIII*. Mais nous pouvons encore imaginer ici les variations $\pm r$ de la force parallèle, comme produites par un pirouettement ou mouvement de la Sphere sur son centre, tel qu'il a été décrit,

Art. XXV, sur la Fig. 6. Et parce que ce mouvement seroit capable de produire différents degres de Réfrangibilité sur les globules de la lumière, il faut l'examiner un peu plus en détail.

Du reste quoique la Réfraction ne puisse résulter du changement de la force τ , si celui de la force x ne s'y joint, on peut cependant ne se servir dans les Articles suivans que des Formules, & des Figures qui conviennent au seul changement de la force τ , en faisant abstraction de celui de la force x , qui se trouve nécessairement compliqué dans l'effet total, ou en imaginant la force x , comme donnée & constante, & la force τ comme variable.

Fig. 19.

LXXVI. Soient plusieurs Spheres, A, B, C, D, E , &c. qui se meuvent uniformément, & d'une même vitesse du milieu N vers le milieu M , séparé du précédent par la surface ou plan commun PL , qu'elles rencontrent obliquement en HG , & selon les directions AH, EG , &c. toutes parallèles entr'elles. Soit imaginé de plus, que toutes ces Spheres ont différentes quantités de tournoyement sur leurs centres, mais en même sens, ou en deux sens directement opposés; c'est-à-dire, que leurs différentes rotations se font toutes vers un même côté, ou vers le côté opposé, dans un même plan, par exemple, dans le plan $NLMP$ de la Figure, ou dans des plans qui lui soient parallèles, & qui sont perpendiculaires au plan réfringent dont PL est le profil.

Il est évident, 1.^o Que si le plan PL étoit tel par sa résistance, que la Réflexion dût s'ensuivre, la Réflexion de chacune de ces Spheres seroit différente, selon le différent degré de rotation qu'elle a; ainsi qu'il a été démontré, *Art. XVI*, & ses *Corollaires*. De sorte que toutes les Spheres qui pirouettent avec le même degré de vitesse, & en même sens que A , se réfléchiroient, par exemple, en α ; toutes celles qui ont le même pirouettement que B , se réfléchiroient en β , & ainsi de suite, C en γ , D en δ , E en ϵ .

2.^o Que si la masse du plan mobile, ou, ce qui revient au même, la consistance du nouveau milieu est telle, que la

Réfraction doit s'ensuivre, la Réfraction se fera différemment, selon le degré & le sens de la rotation de chacune des Spheres *A, B, C*, &c. à l'instant de leur rencontre avec *PL*: de manière que toutes celles qui auront la rotation de *A*, se réfracteront, par exemple, en *a*; celles qui auront la rotation de *B*, se réfracteront en *b*, & ainsi des autres, de *C* en *c*, de *D* en *d*, & de *E* en *e*; leurs chemins deviendront divergents, ou convergents entr'eux, en *HG*, & leur angle de Réfraction ne sera plus le même, quoique leurs angles d'incidence soient égaux. Car, comme il a été expliqué dans plusieurs Articles (*XXXIX, XLIV*, &c.) tout ce qui convient à la Réflexion, convient à la Réfraction, qui n'en est qu'une espèce, & le plan mobile ou pénétrable doit produire les mêmes effets par rapport à la Réflexion, ou à la Réfraction, que la surface des fluides ou des nouveaux milieux; *Art. XLVII*, &c. Or il a été démontré que la rotation de la Sphere, au moment de sa rencontre avec le plan, devoit changer sa Réflexion, *Art. XVI*. Donc, &c.

3.^o Selon l'hypothèse des rotations dans le même plan, ou dans des plans parallèles, la Réflexion, ou la Réfraction des Spheres, *A, B, C, D, E*, &c. étant reçue sur un plan perpendiculaire à *NLMP*, & à la ligne de Réflexion & de Réfraction des Spheres intermédiaires γ , ou *c*, s'étendra sur un parallélogramme $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon\theta$, ou *abcdet*, dont la longueur exprimera leur divergence, ou les sinus de leur différente réfrangibilité, en vertu de leurs différentes rotations, & la largeur $\gamma\theta$, *et*, la distance des plans dans lesquels se meuvent les Spheres, ou la largeur du trou par où elles passent.

LXXVII. *Corol. 33*. Tout ceci, comme on voit, s'applique à la Lumière, en imaginant que *A, B, C, D, E*, &c. en soient des globules, *AECHA* un rayon sensible, & que *LMP* soit un nouveau milieu, tel que l'air ou l'eau, sur la surface duquel ce rayon tombe obliquement, en venant du verre, ou d'un milieu moins résistant quelconque *NLP*. Et il suit des suppositions de l'article précédent,

1.^o Que si c'est un rayon Solaire, tel que celui qu'on

introduit dans une chambre obscure, pour faire les expériences de *M. Newton*, il produira, tant en se réfléchissant, qu'en se rompant, une image oblongue du Soleil, $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon\theta$, *abcdet*.

2.^o Que si les couleurs dépendoient des différents degrés du mouvement circulaire que les globules de lumière pourroient avoir sur leur centre, ou des ébranlements différents que ce mouvement seroit capable d'exciter dans l'organe de la vue, l'image oblongue $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon\theta$, *abcdet*, seroit coupée transversalement de diverses couleurs, & représenteroit parfaitement la bande de couleur, ou le *Spectre*, que l'on a par le moyen du Prisme.

3.^o Que si l'on imagine le nouveau milieu comme renfermé entre deux plans parallèles, *PL*, *pl*, & semblable à une lame d'air, ou de verre, les parties du rayon *AEGH*, qui étoient devenues divergentes dans cette lame *HGhg*, de parallèles qu'elles étoient auparavant, deviendront encore plus divergentes à leur sortie, en repassant dans un milieu de même nature que *NLP*, ou conserveront tout au moins la même divergence qu'elles avoient dans *HGhg*. Car si la même diversité de rotations subsiste entre les globules *A*, *B*, *C*, *D*, &c. qui les composent, elle doit encore avoir son effet à la rencontre du nouveau plan *hg* ou de la surface d'un nouveau milieu, de quelque nature qu'il soit, & si cette diversité de rotations ne subsiste plus, ou si la rotation est éteinte dans tous les globules *A*, *B*, *C*, *D*, &c. ils se trouveront encore dans le cas de ceux qui tomberoient sur la surface d'un nouveau milieu par différents angles d'incidence. Donc leurs Réfractions seront encore différentes.

4.^o La même chose devra aussi arriver quand même le rayon du Soleil, ou les globules *A*, *B*, *C*, *D*, &c. tomberoient perpendiculairement sur *PL/p*, puisque la différente rotation qui cause leur divergence, n'a pas moins lieu dans la rencontre perpendiculaire du plan, que dans l'oblique; la puissance horizontale τ , qui sans la rotation eût été $= 0$, devenant par-là $= \tau + r = 0 + r = r$.

5.^o Si

5.° Si l'on reçoit un semblable rayon RI , (Fig. 20.) sur un Prisme FGH , dont l'axe soit perpendiculaire aux plans parallèles de la rotation des globules, on pourra avoir la bande colorée PT , posée perpendiculairement à l'axe du Prisme, comme la donne l'expérience ordinaire. Mais si l'on tourne le Prisme en sens contraire, fgh , de manière que son axe soit dans un des plans de la rotation des globules, le rayon ri devra produire l'image oblongue colorée, pt , posée parallèlement à l'axe. Car la divergence des globules lumineux à la sortie du Prisme ou après leur Réfraction, ne venant que des différentes rotations qu'ils ont sur leur centre dans des plans parallèles, l'image oblongue & colorée qui en résulteroit ne sçauroit jamais être posée que parallèlement à ces plans selon sa longueur, & par conséquent parallèle à l'axe du Prisme.

Fig. 20.

Fig. 21.

LXXVIII. Mais ces effets sont évidemment contraires aux Phénomènes les plus connus de la lumière. Car 1.° Il n'y a que la Réfraction, qui produise l'image oblongue colorée du Soleil, & la Réflexion proprement dite doit toujours redonner les rayons parallèles, ou sous le même angle que l'incidence; *Corol. 14, Art. XXVIII.* Et non comme ci-dessus *Art. LXXVII. mm. 1.° 2.°*

2.° Tout rayon $AECH$, qui retourne dans le milieu d'où il étoit parti, après avoir passé dans un milieu différent, $PLlp$ (*Sup. n. 3.° Art. LXXVII.*) compris entre deux plans parallèles PL, pl , redevient parallèle dans toutes ses parties, qui font de nouveau avec la lame $LIPp$, le même angle que dans leur incidence; & il n'en résulte qu'une image ronde uniformément lumineuse, & non une image oblongue & colorée, telle que *act.*

Fig. 19.

3.° L'incidence perpendiculaire de la lumière sur la surface d'un nouveau milieu qu'elle pénètre, n'y change jamais sa direction, & ne sçauroit par conséquent produire le détour ou les différents détours dus à sa réfrangibilité en général, ou à la différente réfrangibilité de ses parties; comme on a vu *Sup. n. 4.°* qu'il arriveroit, &c.

Mém. 1738.

C

4.^o Enfin l'image oblongue & colorée du Soleil, que l'on a par le moyen du Prisme, est toujours posée par sa longueur perpendiculairement à l'axe du Prisme, comme en PT , (Fig. 20.) ou en $\pi\delta$, (Fig. 21.) & non parallèlement à cet axe, comme en pt , *Sup. n. 5.^o*

LXXIX. *Corol. 34.* Donc il est impossible que les différents degrés de réfrangibilité que l'on remarque dans la lumière, & les différentes couleurs qui les accompagnent, viennent des différents degrés de tournoyement des globules lumineux sur leur centre dans un même plan, ou dans des plans parallèles.

Fig. 22.

LXXX. Si au lieu de supposer que les globules de la lumière ne tournent sur leurs centres que dans des plans parallèles, on imagine qu'ils tournent sur leurs centres avec différents degrés de vitesse, & dans tous les plans ou tous les sens possibles; il est évident par tout ce qui a été dit ci-dessus, & dans la première Partie de ces Recherches, qu'un rayon sensible RI , tombant selon une direction quelconque, oblique, ou perpendiculaire sur la surface PL , du verre, ou de l'eau, OLP , y deviendra divergent en tous sens, soit dans sa partie rompuë Iab , soit dans sa partie réfléchie, $I\alpha\beta$; & qu'il formera dans chacun des deux milieux, & de part & d'autre du plan PL , un cône dont la pointe sera vers I : lequel cône étant coupé perpendiculairement à son axe par un plan, aura pour base un cercle lumineux, $abcd$, $\alpha\beta\gamma\delta$, & coloré par couronnes concentriques, dont l'extérieure sera d'autant plus grande, que la rotation des globules qui la constituent sera plus prompte, du centre vers la circonférence, supposé que les couleurs de la lumière dépendent des différents degrés de rotation des globules en tous sens.

LXXXI. *Corol. 35.* Mais nous ne voyons rien de pareil à ces couronnes dans l'expérience dont il s'agit: l'image colorée rompuë est toujours oblongue dans le plan d'inflexion, & l'image réfléchie toujours ronde, sans couleur, & ne résultant, quant à sa grandeur, d'aucune autre divergence que de celle qu'exige l'angle sous lequel est vu le Soleil, & le croisement des rayons qui partent des extrémités de son

disque, plus le diametre du trou par où ils passent. Donc *il est impossible que les différents degrés de réfrangibilité de la lumière, & les différentes couleurs qui les accompagnent, viennent des différents degrés de rotation que ses globules pourroient avoir en tous sens.*

LXXXII. *Corol. 36.* L'incompatibilité des Phénomènes connus de la lumière avec le mouvement de rotation de ses globules dans des plans paralleles, ou dans une infinité de plans qui se couperoient sous tous les angles possibles, emporte nécessairement l'exclusion de ce mouvement en deux sens dont les directions se croiseroient, en trois, ou en quatre, ou en un nombre déterminé quelconque, & selon quelque inclinaison que ce pût être; & il est clair, qu'il n'en résulteroit dans la Réfraction, & la Réflexion d'un rayon de lumière que le croisement de deux bandes colorées, de trois, &c. comme on voit dans la Figure 23. Et par conséquent *il est absolument impossible que la différente réfrangibilité des parties d'un rayon de lumière, & ses couleurs soient produites par aucune espece de rotation propre de ses globules.*

Fig. 23.
n. 1. 2.

LXXXIII. Nous venons de voir les Phénomènes qui s'ensuivroient dans la Réflexion, & dans la Réfraction, si les globules de la lumière avoient un mouvement propre de rotation en partant du corps lumineux, & indépendamment de ce qu'ils en pourroient acquérir à la rencontre du plan réfléchissant ou réfringent. Mais quels seroient ces phénomènes, si les globules de la lumière n'aqueroient en effet le tournoyement sur leur centre, qu'à la rencontre des surfaces des nouveaux milieux où ils ont à passer, étant, pour ainsi dire, indifférents avant cela à toute autre espece de mouvement que le rectiligne, & à la production occasionnelle des couleurs qui pourroient naître de leurs rotations, ou du changement que ces rotations apporteroient à leur mouvement rectiligne? Ne sauveroit-on point par-là en tout, ou en partie les inconvénients qui résultent de la rotation propre des globules?

Je réponds qu'on en sauveroit peu, & que l'on tomberoit

dans d'autres qui ne sont pas moins considérables.

1.^o L'on admet par là une supposition physiquement impossible, ou qui répugne à l'état actuel de la Nature. Car les rayons Solaires sur lesquels nous faisons nos expériences, ne parviennent jusqu'à nous qu'après avoir passé de l'Ether par une infinité de milieux différemment réfringents jusqu'à l'air grossier, ou à la couche inférieure de la matière réfractive mêlée avec l'air grossier que nous respirons. Les globules qui les composent, auront donc acquis divers degrés de rotation sur leurs centres, en passant par ces nouveaux milieux, & avant que de tomber sur le milieu ou la matière du Prisme, & leur rotation accidentelle ou acquise par cette voye, les fera retomber dans la plupart des inconvénients de celle que nous avons examinée ci-dessus.

Fig. 24.

2.^o Faisant cependant abstraction de ces milieux, il est clair que la partie réfléchie d'un rayon de lumière devoit donner un Spectre semblable à peu-près à celui que donne sa partie rompuë. Car si les globules *A, B, C, D, E*, &c. étoient capables de produire dans le nouveau milieu *LPM*, le Spectre *aet*, par leur chute oblique sur sa surface *LP*, & par la diversité des rotations qu'ils acquerroient à sa rencontre en *GH*, pourquoi la partie réfléchie de ces globules, qui y tombe de la même manière, & qui doit y acquérir les mêmes rotations, ne produiroit-elle point le Spectre *αεθ*, dans le milieu *LPN*? C'est le cas des globules qui tournoient auparavant dans le plan d'incidence & de réflexion (*Sup. LXXVI.*) à cela près que ceux dont nous parlons présentement, ne peuvent tourner qu'en avant par leur partie supérieure, ou de *G* vers *H*, à cause du frottement qui se fait à la partie opposée ou inférieure, en rencontrant *GH*.

3.^o La rotation accidentelle par la rencontre du plan, ne pouvant avoir lieu dans la rencontre perpendiculaire, les phénomènes demeureroient les mêmes dans ce cas, que ceux que donne l'expérience; il n'y auroit aucune divergence des parties hétérogènes de la Lumière, ni par la réflexion, ni par la réfraction. Il suit encore de cette rotation déterminée d'un

seul côté par la rencontre oblique, & dans le plan d'incidence & de réflexion, que l'on auroit toujours le Spectre PT (Fig. 20.) ou πS (Fig. 21.) perpendiculaire à l'axe du Prisme, la divergence des rayons colorés ne pouvant se faire qu'en ce sens, & que l'on éviteroit l'objection *Sup. Article LXXVIII. n. 5.^o* supposé qu'en effet les globules de la lumière eussent acquis entre eux le différent degré de rotation, & par cette rotation la différente vitesse translatrice qui conviendrait à la divergence des couleurs.

4.^o Mais d'où viendrait ici la diversité de Rotations, & des vitesses translatrices qui pourroient s'en ensuivre entre des globules qui rencontrent un plan réfléchissant & rompant, selon la même direction, & dans les mêmes circonstances ? Dira-t-on que la direction de leurs incidences n'est pas précisément la même, à cause des différentes parties du disque Solaire d'où ils partent ? Mais outre que l'expérience du Prisme n'en réussit que mieux, lorsqu'on ne prend que les rayons qui partent du centre de ce disque, on sçait que ses différentes parties les plus éloignées entr'elles, ne produisent que la largeur de l'image ou du Spectre, & nullement sa longueur, qui est environ cinq fois aussi grande. Supposera-t-on vaguement que les inégalités physiques du plan produisent la diversité de rotations nécessaire à la divergence des rayons colorés ? ou introduira-t-on ici encore cette circonstance, que le frottement réciproque des globules qui viennent à se rencontrer & à se toucher sur le point réfléchissant ou rompant du plan, les y fait pirouetter diversement, & leur fait perdre par-là plus ou moins de leur vitesse rectiligne, ou acquérir *plus ou moins de disposition à tourner en rond, qu'à avancer en ligne droite* ! Mais qui ne voit que ce feroit faire dépendre un des phénomènes de la Lumière des plus réguliers & des plus constants, d'une cause fortuite, & variable à l'infini ? Sans compter que cette casualité d'inégalités physiques dans le plan, ou de rencontres & de frottements entre les globules, devoit produire des pirouettements en tous sens, & feroit retomber l'expérience dans le

cas des globules qui auroient eu primitivement toutes les rotations possibles, & dont les effets ont été examinés ci-dessus, *Art. LXXVII. nm. 3.^o 4.^o 5.^o*

Il est clair au reste que la rotation dont nous venons de parler dans cet article, & qu'on suppose assés grande après l'instant du choc, pour donner à la lumière des réfrangibilités sensiblement différentes de la totale, est tout autre chose que celle dont il a été fait mention dans la première Partie, *Art. XVII*, &c. qui ne subsiste que pendant la compression & la restitution du ressort, & qui est insuffisante pour la production des effets dont il s'agit.

LXXXIV. Corol. 37. N'y ayant donc aucun principe constant, & déterminé de diversité dans les vitesses de tournoyement des globules sur leur centre, pour toutes ces hypothèses, il n'y aura aucune cause de la divergence régulière, constante, & déterminée des parties du rayon rompu; & je conclurai encore plus généralement que je n'ai fait jusqu'ici, qu'il n'y a aucune sorte de rotation, propre, ou accidentelle, des globules de la lumière, qui puisse produire la divergence constante des rayons colorés, que les expériences du Prisme nous donnent.

LXXXV. Rem. 16. J'avois touché ou indiqué une partie de ce que je viens de dire sur la rotation des globules, dans le premier Mémoire, *Art. XXVIII*, &c. Les personnes exercées sur ces matières auroient sans doute apperçu tout cela d'un coup d'œil; mais j'ai cru devoir l'approfondir un peu plus en faveur de ceux qui ne sont pas si parfaitement au fait des difficultés dont cette question est susceptible; comme aussi, parce que rien ne m'a paru plus capable de mettre le Systeme de M. Newton sur les Couleurs dans son jour, & de montrer combien celui de Descartes sur la même matière, est devenu insoutenable, quelque louange que mérite d'ailleurs ce grand homme, même à cet égard, pour avoir poussé les choses jusqu'où il a fait, & pour nous avoir mis par-là, & par l'évidence de ses principes, en état de le rectifier.

Toutes les causes énoncées dans le dénombrement ci-dessus (*Art. LXX.*) de la différente réfrangibilité des parties d'un

rayon de lumière, étant donc exclus, excepté la différente vitesse, il faut nécessairement s'arrêter à celle-ci, comme à la cause immédiate de cet effet.

Des différentes vitesses des Globules de la Lumière.

LXXXVI. Le phénomène de la Réfraction, selon l'idée que nous en avons donnée, comprend deux effets principaux ; le changement de vitesse du corps réfracté, après sa rencontre avec le plan mobile ou le nouveau milieu, & le changement de direction. Le premier effet a toujours lieu, même dans le cas de la perpendicularité d'incidence ; le second n'arrive que dans la rencontre oblique du plan ou de la surface du nouveau milieu. C'est celui cependant qui caractérise seul la Réfraction, selon le langage ordinaire, & qui a fait naître l'axiome, *qu'il n'y a point de Réfraction, lorsque l'incidence du rayon est perpendiculaire à la surface du milieu réfringent*. Mais sans examiner ici, si le nom, restreint à ce sens, a influé sur la notion de la chose, & n'a pas un peu contribué à en faire méconnoître la véritable origine, il est clair, par tout ce que nous avons établi de plus fondamental sur cette matière, que le changement de direction de la Sphere dans la réfraction, ne vient que du changement qui arrive à sa vitesse, par le plus ou le moins de résistance qu'elle trouve sur son chemin à la rencontre du plan, & par conséquent que la seconde partie du phénomène, l'inflexion des rayons, ou la Réfraction proprement dite, dépend du changement de vitesse, comme l'effet dépend de la cause. Voyons présentement comment cette cause de la Réfraction en général peut entrer dans ses modifications particulières, & produire différents degrés de réfrangibilité dans les parties d'un rayon de lumière.

LXXXVII. Un plan mobile, une toile bien tendue, ou une lame pénétrable doivent produire les mêmes effets à l'égard de la Réfraction, qu'un nouveau milieu, qu'un fluide de différente résistance, (*Art. XLVII*) ; parce qu'il n'est question ici, que du nouveau chemin que prend le corps

réfracté, à la rencontre de la surface réfringente, ou de la première pellicule du nouveau milieu pendant qu'il la pénètre, & qu'après qu'il l'a pénétrée entièrement sa direction ne sauroit plus changer (*Art. XLVI.*)

Fig. 25. Imaginons donc une toile bien tendue, un plan, ou une lame pénétrable quelconque TL , contre laquelle plusieurs balles ou petites Spheres, A, B, C, D, E , &c. que nous supposons pour plus de simplicité parfaitement homogènes, & de même grosseur, viennent frapper obliquement, selon la même direction, ou par des incidences parallèles, sans aucune rotation, mais avec des vitesses différentes, & telles, par exemple, que celle de la première, A , étant la plus petite, la vitesse de B la surpasse d'une quantité finie quelconque, & ainsi de suite. Il est évident que si la Sphere A , a assez de vitesse, & par-là assez de force, pour percer ou mouvoir le plan TL , elle s'écartera plus de sa première direction en le perçant, que ne fera la Sphere B , qui a plus de vitesse qu'elle, mais moins que C , qui s'écartera encore moins, &c. De manière que la Sphere A , prenant son chemin, par exemple, en Ha , après avoir rencontré le plan en H , & faisant avec lui l'angle $THa < AHL$, la Sphere B prendra le sien en hb , après avoir rencontré le plan en h , & fera avec lui l'angle $Thb > THa < BhL = AHL$. Et ainsi des suivantes, C, D, E , &c. & toutes leurs directions après la rencontre du plan, seront divergentes entr'elles, & s'écarteront d'autant plus de la première, Ha , que leurs vitesses avant le choc auront été plus grandes. Car une vitesse infiniment petite, ou infiniment grande, produiroit également zero de réfraction ou d'écart, quoiqu'en sens contraire, puisque dans le premier cas la Sphere n'auroit pas la force de percer la lame TL , & que dans le second, la résistance de cette lame étant infiniment petite, eu égard à une force infiniment grande, la Sphere, E , par exemple, suivroit sa première direction, FI , vers IK , comme si elle n'avoit rencontré aucun obstacle dans son chemin. Il faut donc que les cas moyens produisent la Réfraction plus ou moins grande, selon qu'ils approchent davantage

d'avantage des deux extrêmes ; & cela depuis la vîtesse finie requise, pour donner à la balle la force de percer le plan, jusqu'à la vîtesse infinie exclusivement. Ce que l'on auroit pu prouver aussi par les *Artt. XIII, XV, XLIV, LV, &c.*

LXXXVIII. Quant aux balles dont les vîtesses sont au-dessous du degré nécessaire pour percer le plan, jusqu'à zero de vîtesse exclusivement, elles seront réfléchies, & le seront uniformément, c'est-à-dire, que leurs incidences étant parallèles avant le choc, leurs réflexions le seront après le choc, & que si leur ressort est parfait, leur angle de réflexion sera égal à leur angle d'incidence, malgré l'inégalité de leurs vîtesses. Car la réflexion parfaite qui suit le choc, dépend de la restitution parfaite des parties déplacées du mobile élastique (ou, ce qui revient au même, du plan, *Artt. IV, XXXVIII, fin*) par la compression, & du rapport d'égalité de cette compression à la restitution, quelle que soit la vîtesse ou la force qui les produit ; ainsi qu'il a été démontré dans les *Artt. VII, XIII, XLIV, &c.* De sorte que les balles *A, E*, par exemple, dont les lignes d'incidence, *AH, EG*, sont parallèles, seront réfléchies par des lignes, *HS, Gs*, toujours parallèles, quoique les vîtesses avec lesquelles elles sont venu frapper le plan, en *H*, & en *G*, soient différentes.

LXXXIX. *Corol. 38.* Soient maintenant *A, B, C, D, E*, &c. autant de globules de Lumière dont les files *AH, Bh*, &c. forment le rayon sensible *AHGE*, qui tombe obliquement du milieu *NTL*, sur le milieu *RTL*, c'est-à-dire, d'un milieu sensiblement plus dense, *N*, sur un milieu sensiblement moins dense, *R*, ou, pour ôter toute équivoque, d'un milieu qui lui résiste moins, sur un qui lui résiste davantage (*LXI, LXII.*) du verre dans l'air, par exemple, & que le plan *TL* n'est que leur surface commune.

Il est évident que le rayon composé, *AHGE*, en se rompant sur *TL*, en *HG*, deviendra divergent, tel, par exemple, que *GHacG*, & d'autant plus divergent que les vîtesses des globules qui le composent seront plus différentes entre elles. De manière que les parties du rayon, ou ces globules auront

différents degres de réfrangibilité, en raison inversé de leurs vitesses, & qu'il en résultera une image oblongue du Soleil, *aet*, toujours posée dans le plan de la réfraction, *NTRL* selon sa longueur. Car les vitesses après le choc ayant un rapport constant avec les vitesses avant le choc, & le même que celui qui est entre les compléments des sinus d'incidence & de réfraction (*X, LIII.*) il est impossible que ce rapport soit jamais détruit par le changement, ou par un nombre quelconque de changements du milieu que le rayon a à traverser, soit que les globules de lumière y perdent ou y acquièrent un nouveau degré de vitesse : *Les parties de même vitesse ou de lumière homogene se rompront donc toujours également, ou selon le même rapport, eu égard à leur incidence, & les globules de différente vitesse, ou les parties hétérogenes se rompront toujours inégalement & sous différents angles par rapport à une même incidence.*

Des vitesses de la Lumière, conjointement avec ses Couleurs.

XC. Si les sensations que nous avons des différentes couleurs, sont causées par les différents chocs, les différentes vibrations, les différentes vitesses, ou par quelque circonstance que ce soit, qui tient aux différentes vitesses des globules de la Lumière, sur les fibres de l'organe immédiat de la vue, comme les sensations des différents Tons sont causées par le plus ou le moins de promptitude des vibrations de l'air excitées par les frémisséments du corps sonore, & communiquées à l'organe immédiat de l'ouïe, les différents degres de réfrangibilité des parties d'un rayon de lumière seront inséparables de ses différentes couleurs, l'image oblongue du Soleil, *aet*, nous paroîtra différemment colorée, & tout rayon sensible du Soleil, & de la Lumière en général, pourra être dit, en ce sens, composé de parties de différente couleur. Or il n'y a pas lieu de douter, que les sensations que nous désignons par le nom de *couleurs*, & que, par préjugé ou illusion de l'enfance, nous rapportons aux objets qui les font

naître, ne résultent des différents chocs de la lumière sur l'organe de la vue ; & nous venons de démontrer dans les articles précédents, que la différence de ces chocs, en tant qu'elle nous est manifestée par les différents degrés de réfrangibilité, ne peut avoir de cause immédiate que les différentes vitesses.

XCI. Corol. 39. *Donc les différentes vitesses, les différents degrés de réfrangibilité, & les différentes couleurs de la lumière, ne sont en elle, & hors de nous, qu'une seule & même propriété, ou n'expriment que la gradation des effets dus à une même cause.*

XCII. Corol. 40. *Donc (Art. LXXXIX.) les couleurs de la lumière, en elles-mêmes, & physiquement parlant, seront indestructibles, ses parties rouges seront toujours rouges, & ses parties bleues toujours bleues, malgré toutes les réfractions qu'on pourra leur faire souffrir, après qu'elles auront été une fois séparées du rayon de lumière composé d'elles & de toutes les autres ; ainsi que M. Newton l'a prouvé par mille expériences.*

XCIII. Corol. 41. *Enfin il faudra appliquer aux parties composantes, & différemment réfrangibles ou colorées d'un rayon de lumière, tout ce qui a été démontré dans les articles de la Réfraction en général, à l'égard d'un rayon entier ou composé, qui viendrait rencontrer sous le même angle d'incidence différents milieux dont les réfringences seroient entr'elles comme les réfrangibilités de ces parties.*

XCIV. Corol. 42. *Il suit du Corollaire précédent, & des Articles LV, LVIII, LXXXVIII ; que si le rayon ou trait de lumière AGE , vient rencontrer un nouveau milieu plus résistant TLR , sous un angle EGL , tel que le mouvement perpendiculaire x , ne surpasse la quantité de résistance du nouveau milieu sur le premier, qu'autant que la force des globules rouges E , par exemple, surpasse la force des globules jaunes D , il n'y aura que la lumière rouge E , & ses nuances, qui soient rompues à la rencontre du nouveau milieu, & toutes les autres espèces de lumière ou de couleurs, & leurs nuances, D, C, B, A , plus réfrangibles que E , seront réfléchies en Σ , selon la loi ordinaire de la Réflexion,*

$D \text{ } ij$

Fig. 26.

demeurant mêlées ensemble, comme dans le rayon incident, excepté la partie rouge rompuë en *e*, qui y manque. Et si l'on diminuë encore l'obliquité *EGL*, du rayon incident, de manière que la puïssance *x*, rapportée aux globules jaunes *D*, excède la résistance du nouveau milieu, les parties jaunes du rayon composé, & à plus forte raison les rouges, & les nuances des unes & des autres, seront transmises dans le nouveau milieu, & rompuës en *e*, *d*, immédiatement au dessous de la surface *TL*. & toutes les autres réfléchies en Σ ; & ainsi de suite, jusqu'à la réfraction des rayons de toute espece, quand l'angle d'incidence sera devenu assez grand pour que la puïssance *x*, en tant qu'elle résulte de la décomposition de la totale *y*, rapportée à la force des globules ou rayons violets *A*, les plus foibles & les plus réfrangibles de tous, l'emporte sur la résistance que le milieu fait à leur passage. Et au contraire, si, en cet état, on vient à diminuer l'angle d'incidence par les mêmes degrés, les couleurs disparaîtront de suite l'une après l'autre, en ordre renversé, de dessous la surface *TL*. De sorte que pour les faire disparaître toutes subitement, il auroit fallu diminuer tout d'un coup cet angle de la quantité correspondante à la somme des différences de réfrangibilité entre toutes les couleurs de la lumière : ainsi qu'il arrive dans une expérience curieuse qu'on fait avec le Prisme, adapté sur le prétendu Vuide de la Machine Pneumatique.

XCV. Rem. 17. Dans le cas de la transmission des seules parties rouges du trait de lumière, ou des seules parties rouges & jaunes, par exemple, toutes les autres étant réfléchies, il ne faut pas imaginer qu'aucune des parties rouges & jaunes ne sera réfléchie : cela veut dire seulement qu'il n'y aura que des parties rouges & jaunes qui soient rompuës, tandis que les vertes, les bleuës, & les parties couleur de pourpre ou violet seront totalement réfléchies. Car la lumière, soit composée, soit décomposée, ne se rompt jamais sans qu'une de ses portions ne se réfléchisse. Sa transmission, dans un nouveau milieu quelconque, n'est jamais assez parfaite pour cela.

Au lieu qu'elle peut se réfléchir totalement, sans qu'aucune de ses parties se rompe. Ainsi une portion des rayons rouges & jaunes *E, D*, rompus en *e, d*, sera aussi réfléchi en Σ , selon la loi ordinaire de la Réflexion, avec les rayons *C, B, A*, dont aucune portion n'a été rompuë. De-là vient que l'image qui se peint en Σ , où nous la supposons reçue sur un papier blanc perpendiculaire aux rayons réfléchis, y conserve beaucoup de la couleur blancheâtre de la lumière, à cause du mélange des rayons de toute espece qui s'y trouve encore, quoique avec une moindre quantité de rouges & de jaunes, que lorsqu'il n'y a point de réfraction. Au lieu que dans l'expérience, où l'on intercepte les rayons rouges, par exemple, après que les rayons de toute espece ont été séparés par le Prisme, & réunis ensuite par le moyen d'une Lentille, l'image du Soleil au foyer de cette Lentille paroît tout-à-fait bleuâtre ; ou, au contraire, si ce sont les rayons bleus & violets qui soient interceptés, cette image devient tout-à-fait rougeâtre : parce que dans le premier cas, ce sont les rayons bleus qui y dominent, les rouges manquant totalement, & que c'est tout le contraire dans le second.

Je ne parle ici cependant que de la Réflexion régulière qui se fait sur la surface du nouveau milieu, par un angle égal à l'angle d'incidence. Car on ne peut douter qu'il ne s'y joigne une infinité de réflexions irrégulières, ou de dissipations de rayons de toute espece, çà & là, & sur cette surface à cause de ses irrégularités, & dans l'intérieur du milieu, pendant le cours uniforme du rayon sensible qui le traverse, par la rencontre d'une infinité de parties semblables à celles qui l'ont réfléchi à la surface. Et d'où viendrait sans cela qu'un objet éclairé ou lumineux étant regardé à travers un corps diaphane, paroît d'autant plus diminuer de lumière que ce corps est plus épais, & cesse enfin tout-à-fait d'être visible, si l'épaisseur augmente jusqu'à un certain point ? Une eau très-profonde en fournit l'exemple. Dans l'expérience ordinaire du Prisme, quelque petit que soit le rayon introduit dans la chambre obscure, on voit toujours tous les environs

plus ou moins éclairés, & toute la substance du verre resplendissante.

Je ne doute pas aussi qu'à la rigueur, il n'y ait toujours quelques rayons de lumière transmis irrégulièrement çà & là, par voye de réfraction, dans le cas de la réflexion la plus complète, & lorsque la lumière vient frapper un nouveau milieu plus résistant sous un angle d'incidence trop petit, pour y produire la réfraction régulière & proprement dite. Car il n'y a nulle apparence que la surface sensible, ou insensible de ce milieu soit assés parfaitement plane dans toutes ses parties, pour n'en présenter aucune, qui fasse avec le rayon incident un plus grand angle que la surface totale, & tel qu'il le faut, ou au de-là, pour favoriser la transmission de la lumière par ce point. Mais la vérification du fait est difficile, à cause de la lumière réfléchie de toutes parts, qui se complice avec celle-ci en plus grande quantité, qui éclaire toujours plus ou moins le nouveau milieu, & qui nous empêche de distinguer l'une de l'autre.

XCVI. *Rem. 18.* Tout ce que nous sçavons aujourd'hui de plus exact sur les couleurs de la Lumière, est fondé sur des expériences, où il y a toujours tout au moins deux réfractions, sçavoir, immersion du rayon de lumière de l'air dans un ou plusieurs milieux d'une densité, ou d'une réfringence différente de celle de l'air, & émerison de ces milieux dans l'air : par exemple, de l'air dans un Prisme de verre, & de ce Prisme dans l'air. Cependant pour plus de simplicité dans ce que j'avois à dire, je n'ai guère considéré jusqu'ici, & dans les Figures que j'y ai employées, que le passage d'un milieu dans l'autre, ou une seule réfraction : & j'ai préféré l'exemple de l'immersion d'un milieu plus dense ou moins résistant, du verre, par exemple, dans un milieu moins dense ou plus résistant à la Lumière, & tel que l'air ; parce qu'il réveille mieux l'idée du Mécanisme que je ne veux point perdre de vuë sur cette matière. Car l'expérience des corps qui se détournent de la perpendiculaire, étant poussés obliquement de l'air dans l'eau, qui leur résiste davantage, & où ils se

réfléchissent quelquefois par ricochets, est sensible.

Mais si au lieu de supposer l'œil dans l'air, on le suppose dans l'eau, ou dans un autre milieu quelconque différent de l'air, quelle sera l'espèce, ou la nuance des couleurs que nous appercevions auparavant sur les objets ? L'expérience d'un Prisme d'air faite dans l'eau, ne nous donneroit-elle pas aussi un Spectre d'une nature, & d'un ordre tout différents de la suite de couleurs que nous donne l'expérience du Prisme d'eau ou de verre faite dans l'air ? Car par tout ce qu'on a vu ci-dessus, les différentes réfrangibilités de la lumière, ou, ce qui est ici la même chose, les différentes couleurs ne sont dûes immédiatement qu'à ses différentes vitesses. Ce sont ces différentes vitesses qui constituent l'ébranlement de l'organe, & le sentiment distinctif que nous en avons par les couleurs. Nous devrions donc voir dans l'eau, & au travers de l'eau, lorsque l'œil y est plongé, les objets connus, tout autrement colorés qu'ils n'ont coutume de nous paroître dans l'air.

J'ignorois qu'il y eût eu jusqu'ici d'expérience bien exacte & bien concluante sur ce sujet. Mais *M. Cramer*, Professeur de Mathématique & de Philosophie à Geneve, avec qui je suis en commerce de Lettres, & l'on va voir de quelle utilité est le commerce d'un homme de son caractère & de son sçavoir ; *M. Cramer*, dis-je, s'étant fait la même difficulté, en lisant ce que j'avois déjà écrit sur les vitesses de la Lumière, dans les Mémoires de 1737, m'a fourni, & une expérience exacte, & en même temps la solution de toutes les difficultés qu'elle pouvoit faire naître. Il a pris une caraffe bien remplie d'eau, & appliquant un de ses yeux à l'ouverture, immédiatement contre l'eau, pendant que l'autre œil étoit dans l'air, il a observé à diverses reprises, la couleur des objets qu'il regardoit ainsi avec les deux yeux, & il n'y a point trouvé de différence sensible. J'ai répété la même expérience, & avec le même succès. Ce qui étant joint au témoignage constant des Plongeurs, ne laisse plus aucun doute sur le fait dont il s'agit.

Que devient donc l'analogie des couleurs avec les vitesses de la lumière ? La réponse est courte, mais tranchante. C'est que nous ne recevons jamais les impressions de la lumière & de ses couleurs, qu'à travers un seul & même milieu inséparablement

attaché à l'organe immédiat de la vision. Car ce n'est point la Cornée, ni l'Humeur aqueuse, cristalline, ou vitrée, qui constitue cet organe, mais la Rétine, ou, ce qui reviendrait au même, la Choroïde, & sur-tout la partie de l'une de ces membranes, placée au de-là, vers le fond de l'œil, qui en est le siège. *Or la Rétine n'est ni dans l'air ni dans l'eau, mais appliquée immédiatement contre l'Humeur vitrée. Nous recevons donc l'impression des rayons à leur sortie de cette Humeur dans laquelle chaque rayon a sa vitesse propre convenable à sa couleur. Donc un rayon de lumière partant du Soleil avec une vitesse donnée, aura dans l'Humeur vitrée une vitesse donnée, quelques milieux qu'il ait traversés auparavant. Et voilà pourquoi la couleur de chaque rayon est immuable, quoiqu'elle dépende de sa vitesse, qui est une modification changeante ; parce que les changements qu'on lui peut faire subir par la Réfraction, se rectifient nécessairement à son passage par les humeurs de l'œil, où les vitesses des mêmes rayons sont toujours les mêmes, tant que ces humeurs ne changent pas. Car si les humeurs de l'œil viennent à changer, par accident, ou par la vieillesse, le sentiment des couleurs change aussi, & la différence en est sensible, lorsque l'accident n'est arrivé qu'à l'un des deux yeux, &c. J'adopte entièrement cette réponse, après laquelle je supprime sans peine tout ce que j'avois imaginé là-dessus.*

XCVII. *Rem. 19.* Les différentes vitesses de la lumière, soit par elle-même, soit par les différents milieux qu'elle rencontre, fourniroient d'autres questions que je passerai sous silence, ou auxquelles je ne toucherai que succinctement, parce que leur discussion tient au choix exclusif d'un Systeme sur la propagation de la Lumière, & que je ne veux point exclure ici de Systeme, qu'autant qu'il fortiroit du Méchanisme, ou qu'il seroit manifestement contraire aux expériences. C'est pourquoi, je le répète, on substituera tout ce que l'on voudra à ce que j'appelle *milieu* dans les intervalles des parties propres des corps diaphanes, ou *atmosphère* autour de leur surface extérieure, pourvu que la lumière se meuve avec plus de facilité ou de vitesse dans les uns que dans les autres, conformément aux loix de l'impulsion.

On auroit pu demander, par exemple, dans le cours de ces Recherches, comment la lumière, après avoir perdu une
partie

partie de sa vitesse à la rencontre d'un nouveau milieu où elle se meut plus difficilement, peut la recouvrer en sortant de ce milieu, & en retournant dans celui où elle se mouvoit avec plus de facilité? Il est clair que chaque Systeme en donnera une explication différente; & il suffit de voir en général, que les explications ne sont pas impossibles sur ce sujet, que le fait n'a rien en soi qui passe les ressources de la Nature, ni de contraire aux loix invariables de la mécanique. Par exemple, dans l'hypothese des *Pressions*, où tout ce qui a été dit des différentes vitesses translatives, se doit entendre des différentes vitesses d'impulsion & de vibration, la même force de ressort & de tendance du globule ou de la file des globules de la lumière, & les mêmes impulsions de la part du corps lumineux étant constantes, répétées, & toujours appliquées au même sujet, agiront plus ou moins, selon que le milieu où se trouve la file, & qu'elle traverse, lui permettra des vibrations plus ou moins promptes, sans que ce que ses globules en ont eu de moins dans un milieu, les empêche de recouvrer ce qu'ils pouvoient en avoir de plus dans l'autre. Tout de même qu'un Pendule, une Corde tendue, ou une Cloche dont les vibrations auroient perdu une partie de leur vitesse dans l'eau, la recouvreroient toute entière dès qu'on les remettroit dans l'air; parce que c'est toujours le même principe de force accélératrice, ou de tension qui subsiste, & qui ne fait que distribuer ses effets sur différentes quantités d'une matière ambiante, plus abondante en un cas, & moins dans l'autre.

Peut-être que l'inverse du raisonnement précédent conviendra à l'hypothese de l'Emission. Ce seront les vibrations du corps diaphane même, du milieu plus résistant, excitées par le choc de la lumière, & le débandement de ses parties élastiques, qui redonneront aux globules de la lumière qui en sortent, la vitesse qu'ils avoient perdue en y entrant, & en mettant ces parties en contraction. Ce qui reviendrait à l'effet purement mathématique, indiqué au commencement de l'*Art. XLIX*.

Mem. 1738.

E

La cause des différentes vitesses qui se déduisent des différents degrés de réfrangibilité de la lumière, & des couleurs qui en sont inséparables, nous jetteroit dans une semblable nécessité de choisir un Systeme. Celui des vibrations de pression attribuera aux différentes élasticités des globules lumineux, ou de leurs files, ce que celui de l'Emission pourra expliquer par leurs différentes masses ou grosseurs. Car quoique nous ayons fait voir ci dessus, *Art. LXXIII*; que les différentes masses ou grosseurs ne pouvoient être la cause immédiate des différentes réfrangibilités de la lumière, rien n'empêche qu'elles ne le soient en ce sens, qu'elles occasionnent différentes vitesses sur une même quantité de mouvement dans chacun de ses globules lancés avec une égale force par le corps lumineux, &c.

XCVIII. Rem. 20. On m'a fait à la dernière lecture une difficulté qui tombe dans la même dépendance; mais qui m'intéresseroit davantage, parce qu'elle roule sur un point d'observation, & à laquelle par conséquent je dois répondre.

Si les différentes couleurs de la Lumière sont relatives à ses différentes vitesses, il devra, dit-on, arriver que dans la perception d'une lumière qui naît subitement, par exemple, dans l'Emersion d'un Satellite de Jupiter, on commencera par voir du rouge pur, puis du rouge mêlé de jaune, & ensuite ce tout mêlé de verd, jusqu'au bleu tout au moins, dont le mélange est nécessaire à la composition du blanc, ou de la Lumière proprement dite. Puisque si la lumière employe 7 à 8 minutes à traverser le demi-diametre de l'Orbite Terrestre, elle en emploiera 35 ou 40, c'est-à-dire, environ cinq fois autant, à venir de Jupiter jusqu'à nous; ce qui seroit plus que suffisant pour mettre un intervalle de temps très-sensible entre la lumière rouge & la lumière blanche ou composée qui doit arriver du Satellite. Car la vitesse de la lumière rouge, en tant que réciproquement proportionnelle à sa réfrangibilité, étant d'un 386^{me} plus grande que celle du jaune, & surpassant d'un 155^{me} la vitesse du bleu, si l'on divise les temps par ces nombres, on trouvera 5 à 6 secondes

d'intervalle du rouge au jaune, & 13 à 15 secondes du rouge au bleu. Mais l'observation ne nous fait rien voir de cette succession de couleurs & de nuances, & le Satellite sorti de l'ombre, nous paroît d'abord aussi blanc que plusieurs minutes après son Emerſion; il faut donc que les différentes réfrangibilités de la lumière & ses couleurs soient dûes à quelqu'autre cause qu'aux différentes vitesses des parties qui la composent.

Il est clair qu'une semblable difficulté ne ſçauroit avoir lieu dans le système des vibrations de pression, ni dans ceux qui s'y rapportent; parce que, selon ces systèmes, le véhicule ou les parties de la lumière de toute espece qui agissent sur notre Organe, se trouvent actuellement dispersées autour de nous dans l'instant même de l'émerſion, ou de l'apparition de lumière la plus subite; qu'elles sont toujours prêtes à recevoir du corps lumineux l'impulsion nécessaire pour les agiter par les vibrations de différente vitesse qui leur sont propres, en vertu de leurs différentes élasticités, & que de plus ces vitesses de vibration peuvent n'avoir qu'un rapport infiniment éloigné avec la vitesse translativè & générale de la lumière depuis le corps lumineux jusqu'à nous. C'est ainsi que deux tons qui résultent de vibrations dont les vitesses sont en raison de 1 à 2, à 3, &c. ne laissent pas de parvenir en un temps sensiblement égal du corps sonore jusqu'à l'oreille; & s'il y a réellement entre leurs vitesses de propagation quelque différence que les expériences ordinaires ne nous laissent point appercevoir, elle est assurément bien éloignée d'être en raison de leurs vitesses toniques ou de vibration.

Il ne peut donc guere s'agir ici que de l'hypothese de l'Emission des corpuscules, qui en effet ne me semble pas fournir une réponse aussi directe; parce que, selon cette hypothese, les mêmes parties de la lumière qui viennent affecter l'organe, ont dû être auparavant dans le corps lumineux, & qu'elles s'en sont détachées avec toutes les modifications nécessaires pour exciter en nous la sensation propre de chaque couleur. Je ne pense pas cependant que ceux qui ont adopté

l'Emission des corpuscules, doivent être fort embarrassés d'une pareille objection. Cette objection suppose en nous, au moment de l'illumination du Satellite, une soudaineté de sentiment qui est physiquement impossible, & qui est démontrée telle par l'expérience. Car a-t-on constaté que depuis le commencement de l'émerfion, jusqu'à celui de la perception, il ne se soit pas écoulé 6, 15 ou 20 secondes, & autant de temps qu'il en faut pour le mélange des rayons colorés? ou plutôt n'est-il pas certain qu'il s'en est écoulé beaucoup davantage? Nous sçavons par les Tables de feu M. *Cassini*, que le premier Satellite de Jupiter, qui est celui dont les Immerfions & les Emerfions sont les plus promptes, est environ 7 minutes à s'éclipser, ou à se dégager entièrement de l'ombre. Quelle est donc la portion de son disque qui doit en être dégagée, pour que son illumination devienne sensible sur la Terre? Est-ce la moitié, le tiers ou le quart? & mille circonstances physiques de la part de l'objet, ou de l'observateur, n'y apporteront-elles point de variation? Ce qui est constant, c'est que d'une Lunette de 10 pieds à une de 16, la différence est déjà d'environ 30 secondes de temps, dont la plus longue Lunette voit le premier Satellite plutôt, ou le perd plus tard. Prolongés la Lunette, & vous aurés 40", 50", &c. de manière qu'il est à présumer qu'avec les plus grandes & les plus excellentes Lunettes dont on se soit servi jusqu'à présent, on est demeuré bien loin de ce premier instant d'illumination que l'objection suppose, & par conséquent que le mélange des parties de la lumière de différente réfrangibilité a eu plus de temps qu'il n'en faut pour se faire à la distance, & au lieu même où se trouve l'observateur.

Les Satellites de Saturne près de deux fois aussi éloignés de la Terre que ceux de Jupiter, ni les Fixes même ne fourniront rien de plus favorable à l'objection. Au contraire comme les vitesses de la Lumière sont supposées uniformes dans l'hypothèse, & que ses radiations ou illuminations à diverses distances suivent la raison inverse des quarrés, il est vraisemblable que la difficulté de l'appercevoir, & que les intervalles

de temps entre son apparition, & notre perception croîtront bien davantage que ceux que donnent les différentes vitesses de ses parties.

Tout ceci est applicable par surabondance de droit au système des vibrations de pression. Mais je laisse à la sagacité de ceux qui auront embrassé ce système, ou quelque autre, le soin d'éclaircir plus parfaitement ces sortes de difficultés, dont je n'ai dû faire mention ici qu'autant qu'il étoit nécessaire, pour montrer qu'elles ne sçauroient donner atteinte à la théorie que j'y expose.

Des vitesses de la Lumière par rapport à sa Réflexibilité, & à la force réfléchissante des milieux.

XCXIX. Il convient de se faire ici, d'après tout ce qui a été dit dans les *Articles LXXXVIII, LXXXIX, &c.* une idée distincte de ce que M. Newton entend, en divers endroits de son Optique, par la *Réflexibilité plus ou moins grande de la Lumière*, par des *rayons* ou par des *couleurs plus ou moins réfléchibles*. Car quoique ces termes s'y trouvent souvent en opposition avec ceux de *Réfrangibilité*, & de *rayons plus ou moins réfrangibles*, ils ne sont ni entièrement opposés, ni analogues.

Une plus grande ou une moindre Réfrangibilité produit des angles de réfraction qui diffèrent plus ou moins des angles d'incidence, des rayons différemment réfrangibles sont ceux qui se rompent sous différents angles, & qui, en conséquence, deviennent plus ou moins divergents entre eux dans leurs réfractions. Mais une *plus grande réflexibilité* ne change rien au rapport des angles d'incidence & de réflexion, & des *rayons différemment réfléchibles* ne sont nullement, selon M. Newton, des rayons dont l'angle de réflexion diffère plus ou moins de l'angle d'incidence, & qui doivent devenir divergents entre eux dans leur réflexion commune au même angle d'incidence. Il semble cependant que ce seroit là leur vraie signification, après la notion que l'on s'est faite de la Réfrangibilité. Ce ne sont pas aussi des rayons qui, en se réfléchissant, se

réfléchissent plus abondamment par rapport aux parties qui les composent. Mais ce n'est pas de quoi s'écarter du langage, & des définitions d'un si grand maître. Il suffit de sçavoir, que le plus ou le moins de Réflexibilité n'est relatif qu'à l'angle d'incidence duquel s'entuit la Réflexion, ou la Réfraction, & que des rayons plus réfléchibles que d'autres, sont ceux qui se réfléchissent après avoir rencontré le plan réfléchissant ou rompant, sous un angle qui seroit assez grand pour produire la Réfraction, & non la Réflexion totale dans ces autres moins réfléchibles qu'eux. Ainsi les rayons homogènes bleus, ou violets sont plus réfléchibles que les rayons homogènes jaunes, ou rouges (*XCIII. Fig. 26.*) La plus grande réflexibilité en ce sens, & dans le rayon qui en fait le sujet, n'est donc réellement qu'une plus grande réfrangibilité, ou n'a qu'une plus grande réfrangibilité pour cause, ou un manque de vitesse, qui l'empêche de pénétrer le nouveau milieu sous l'angle donné d'incidence.

C. Ces mêmes rayons plus réfléchibles sont aussi appelés de *plus facile*, & de *plus prompte réflexion*. D'où l'on voit que ce n'est pas qu'ils ayent en eux plus de facilité, de promptitude ou de vitesse, car c'est tout le contraire; mais seulement, qu'ils se réfléchissent avant les autres, en ne se rompant plus par un angle d'incidence qui suffiroit aux autres, ou qui seroit assez grand pour les faire rompre, & entrer dans le nouveau milieu.

CI. Il faut l'entendre de même à peu-près des milieux, que M. Newton dit réfléchir la lumière *plus promptement*, ou qui ont une plus grande *force réfléchissante*. C'est un effet purement relatif à deux milieux actuellement comparés, & dans l'un desquels la lumière se meut plus ou moins vite, ou avec plus ou moins de facilité (*LV*). Ainsi la *plus grande force réfléchissante* n'est que la *moindre force réfringente* du milieu où la lumière va, par rapport à celui d'où elle vient, ou bien elle est inséparable de cette moindre réfringence. L'air, par exemple, est un milieu de plus prompte réflexion, quand la lumière y tombe obliquement en venant du verre, que

quand elle y tombe en venant de l'eau. Car en venant du verre, elle se réfléchit de la surface de l'air, & ne s'y rompt plus du tout, quoique son angle d'incidence soit encore d'environ 49 degrés 50 minutes, & en venant de l'eau, elle se rompra encore sur l'air au dessous de cet angle, & n'en sera point totalement réfléchie, jusqu'à ce qu'il soit diminué d'environ 8 degrés 25 minutes, ou qu'il soit arrivé à n'être que de 41 degrés 25 minutes. Et il ne s'ensuit nullement dans l'un ni dans l'autre cas, que la lumière se meuve plus ou moins facilement, plus ou moins vite après sa réflexion, qu'auparavant. Je m'expose à insister un peu trop sur les véritables idées qu'il faut attacher à ces expressions, après ce que M. *Newton* en a dit, parce qu'il est de la dernière importance de n'y laisser aucune obscurité, tant pour les différentes Théories que l'on pourroit se faire sur ce sujet, que pour sçavoir jusqu'où l'on doit suivre celle de M. *Newton*.

CII. On ne voit pas pourquoi entre tous les milieux, à la surface desquels la lumière se réfléchit & se rompt, l'un ne seroit pas, absolument parlant, & toutes choses d'ailleurs égales, plus propre que l'autre à réfléchir la lumière, à la réfléchir en plus grande quantité, de manière que toutes les fois qu'il y auroit réflexion & réfraction, la réflexion fut à proportion plus grande de dessus la surface d'un milieu, que de dessus celle de l'autre. Mais je ne sçache pas que nous connoissions cette propriété absolue & spécifique des milieux par rapport à la lumière, ou que nous en puissions rien déterminer autrement que par la relation dont il a été parlé dans l'article ci-dessus. Je veux dire, que le plus de disposition d'un milieu à réfléchir les parties de la lumière, ne nous est connu que par son moins de force réfringente comparée à celle d'un autre, ou par la différente réfringence des deux; comme on vient de voir dans l'article précédent à l'égard de l'air, qui est plus réfléchissant, quand la lumière y tombe obliquement du verre, & moins réfléchissant lorsqu'elle y vient de l'eau. Encore cette force réfléchissante n'est-elle pas exactement celle dont nous parlons, & ne peut que nous

fournir une induction très-équivoque pour en juger. Nous nous arrêterons donc là-dessus à cette proposition d'expérience, énoncée dans M. Newton : *Qu'entre les surfaces des corps transparents, celles-là réfléchissent le plus de lumière, qui sont entre des milieux dont les densités réfringentes diffèrent le plus entr'elles, & qu'il ne se fait point de réflexion dans les confins des milieux également réfringents.* La propriété Réfléchissante entre deux milieux est donc toujours dans ce sens relatif, en raison inverse de leur réfringence au passage réciproque de la lumière, de l'un dans l'autre, c'est-à-dire, *en raison inverse de la facilité ou de la vitesse* (Art. LX. & LXI.) *avec laquelle elle se mène dans ces milieux.*

CIII. Rem. 21. Il n'y a rien là qui ne soit très-conforme à la saine Physique, & qui ne réponde aux idées qu'on peut se faire de la différente texture des corps. Car on voit bien en gros, & je ne le détaillerai point ici davantage, que plus la lumière va trouver de difficulté à se mouvoir dans le nouveau milieu, soit par rapport à l'arrangement de ses parties propres, ou aux petites atmosphères qui les environnent, ou aux fluides quelconques qui en remplissent les intervalles, plus elle y trouvera de quoi se détourner, s'arrêter, & être repoussée, & que le changement de toutes ces circonstances arrivant aux confins des deux milieux, c'est là que se doit faire le détour, ou la réflexion, selon que ce changement est plus grand.

On explique par-là fort naturellement plusieurs phénomènes qui participent de la Réflexion, & de la Réfraction; par exemple, comment des corps opaques deviennent transparents, quand on les impregne d'eau, ou d'huile, & réciproquement comment des corps transparents cessent de l'être, quand on les réduit en poudre. Car tous les corps n'étant, comme on sçait, qu'un assemblage de parcelles plus ou moins *pellucides* ou transparentes, tous deviennent opaques à force de redoubler d'épaisseur, & transparents à force d'être amincis. Or ce n'est vraisemblablement qu'à la multiplicité presque infinie de réflexions de la lumière sur ce nombre prodigieux de parties,

de parties, dont la réfringence diffère beaucoup de celle de l'air, ou de tel autre fluide dont le corps en total est environné, ou dont ses interstices sont remplis, qu'est due son opacité. Ces parties ainsi conçues, sont autant de nouveaux milieux sur chacun desquels la lumière doit, & se rompre, & se réfléchir. Elle s'y dissipera donc enfin, & d'autant plutôt, toutes choses d'ailleurs égales, que la réfringence des parcelles propres du corps diffère davantage de celle du fluide qui les environne. Car, selon l'article précédent, les réflexions y sont alors d'autant plus grandes par rapport aux réfractions. Mais si ce corps est tel par le tissu de ses parties, qu'il puisse être impregné de quelque fluide dont la réfringence approche de la leur, & que ce fluide en remplisse allés intimement les intervalles pour parvenir jusqu'à toucher celles qui, si elles étoient détachées, seroient transparentes, il en résultera un tout lié, & transparent; parce qu'alors les réfractions viennent à surpasser d'autant plus les réflexions. Tout cela est palpable, pour ainsi dire, par l'exemple d'un tas de verre pulvérisé, & par-là devenu blanc & opaque. Il reprend une partie de sa diaphanéité, si on le plonge dans l'eau; beaucoup plus dans l'esprit de Vin, & plus encore dans l'esprit de Thérébenthine, selon la gradation de réfringence de ces liqueurs, & selon qu'elles approchent davantage de l'égalité par rapport à celle de chacun des grains de verre.

*Limites & rapports des différentes vitesses de la Lumière,
en tant qu'elles se manifestent par les différentes
Couleurs.*

CIV. Il est évident que depuis la moindre jusqu'à la plus grande réfrangibilité de la Lumière, déterminées par les deux extrémités du Spectre, & par sa longueur, qui est finie, il y doit avoir une infinité de réfrangibilités différentes, ou (*Art. XCI. Corol. 39.*) une infinité de degrés de vitesse. Et puisque les différentes couleurs de la lumière se trouvent inséparables de ses différentes vitesses (*Art. XC.*) il y aura donc aussi, entre les mêmes limites, une infinité de différentes

couleurs. Et cela est rigoureusement vrai, si l'on y comprend toutes les différentes nuances renfermées sous le nom générique de chaque couleur. Car on remarque en effet une infinité de teintes dans le cours ou dans la latitude des bandes de chacune des couleurs du Spectre, & même dans le passage des unes aux autres. Chacune de ces couleurs ou nuances pourroit donc à la rigueur être appelée *primitive*, en ce qu'elle dépend d'un degré déterminé de réfrangibilité ou de vitesse, qui lui est propre, & l'on peut dire, qu'il y a dans la lumière tout autant de couleurs *primitives*, c'est-à-dire, une infinité. Mais en nous conformant là-dessus au langage ordinaire, & à celui de M. *Newton*, nous n'avons fait mention jusques ici que des cinq couleurs *primitives*, *Rouge*, *Jaune*, *Vert*, *Bleu* & *Violet*, proprement dits, dont cet Auteur a parlé au commencement de son Optique, & de ses Leçons posthumes d'Optique, ou du moins nous n'avons indiqué que ces cinq couleurs dans les divisions du Spectre des figures précédentes. Mais M. *Newton* y ayant regardé de plus près, & pensant peut-être aussi à l'analogie que quelques Auteurs avoient déjà cru appercevoir entre les couleurs de la Lumière, & les sept tons de la Musique, prit garde, qu'entre le *rouge* & le *jaune*, il y avoit une bande d'une largeur sensible, qui participoit de l'un & de l'autre, & qui étoit *orangé*; & de même entre le *bleu céleste* & le *violet*, une bande *bleu-foncé* ou *indigo*. Nous compterons donc avec lui sept couleurs *primitives*, dans l'ordre selon lequel elles paroissent sur l'image réfractée du Soleil, de bas en haut, lorsque l'angle réfringent du Prisme est tourné en embas : Sçavoir, *Rouge*, *Orangé*, *Jaune*, *Vert*, *Bleu*, *Indigo* & *Violet*, comme déterminant autant de réfrangibilités croissantes, & de vitesses décroissantes; quoique par leurs nuances, ou par leurs intermédiaires, on en pût imaginer une infinité. En un mot, de quelque nom que l'on qualifie ces couleurs, nous ne faisons attention ici qu'au degré de réfrangibilité & de vitesse, qui les distingue sur le Spectre à l'endroit où elles commencent sensiblement de paroître, & nous supposons comme exact tout ce que M. *Newton* en a

enseigné à cet égard. Nous n'aurons presque aussi qu'à rappeler les évaluations qu'il a faites de ces réfrangibilités, & des sinus qui les déterminent.

C V. Soit ABC un Prisme de verre disposé comme nous venons de dire dans l'article précédent, SL un rayon du Soleil qui tombe obliquement sur la face AC de ce Prisme, qui le traverse en LK , & qui en sort par la face BC , pour retourner de-là dans l'air KFH . Si autour du point K , comme centre, on décrit le cercle $DNGH$, & qu'ayant mené le diamètre DG , perpendiculairement à BC , on abaisse les sinus NM , FE , IO , HR , &c. sur ce diamètre, des points N , où le rayon incident LK vient couper ce cercle, & F , I , H , &c. où les rayons rompus au point K , divergents, & colorés, viennent semblablement le couper, on trouvera toujours que NM , sinus du complément de l'incidence NAC , sur la surface réfringente BC , est aux sinus FE , HR , sinus des compléments de réfraction FKB , HKB , des rayons homogènes KF , KH , les moins, & les plus réfrangibles, en raison à peu-près de 50 à 77 & 78 : qui avec leurs intermédiaires KI , &c. par rapport aux sept couleurs ou à leurs limites, font tout de suite en montant, 77, $77\frac{1}{8}$, $77\frac{1}{5}$, $77\frac{1}{3}$, $77\frac{1}{2}$, $77\frac{2}{3}$, $77\frac{7}{9}$, 78. Mais nous avons démontré en 1722 & 1723, *Artt. X, LIII*, &c. que les forces ou vîteses de tout mobile étoient avant & après la rencontre du plan réfléchissant, ou réfringent, en raison inverse des Sinus des compléments de l'incidence & de la réflexion, ou de la réfraction, rapportées à ce plan. Donc les vîteses décroissantes des rayons rompus & colorés, successivement plus réfrangibles, seront comme ces fractions

$$\frac{1}{77}, \frac{1}{77\frac{1}{8}}, \frac{1}{77\frac{1}{5}}, \frac{1}{77\frac{1}{3}}, \frac{1}{77\frac{1}{2}}, \frac{1}{77\frac{2}{3}}, \frac{1}{77\frac{7}{9}}, \frac{1}{78}.$$

C VI. *Corol. 43.* Les limites des couleurs, & leurs sôutendantes Tt , tV , &c. ou $\theta\tau$, τv , &c. sur le Spectre TP , ou θP , reçu sur un carton blanc en PT , ou $P\theta$, ayant entr'elles les mêmes rapports de distance ou de longueur, que les différences des tangentes GT , Gt ; Gt , GV ; &c. & de

si petites différences de tangentes ayant sensiblement les mêmes rapports entr'elles, que les différences de leurs Sinus, ou que les parties $\theta\tau$, $\tau\nu$, &c. d'une ligne quelconque $P\theta$, qui coupe les rayons colorés sous un angle fini, il suit que les intervalles entre les limites des couleurs du Spectre, indiqueront les différences des Sinus de réfraction, & des réfrangibilités de la lumière que constitue chacune des couleurs, & par conséquent les différences de leurs vitesses.

Fig. 28.

C'est ce qui est résumé ici par un extrait de la Figure que j'en donnai l'année dernière, à l'occasion des Tons de Musique, où le Spectre $AFTMG P$ est divisé selon les rapports dont nous venons de parler, & d'après les expériences & les calculs de M. *Newton*.

De l'Analogie particulière des sept Couleurs du Spectre, avec les sept Tons de Musique.

CVII. Il n'est point question ici de l'analogie que M. *Newton* a remarquée entre les sept Tons de Musique & les sept Couleurs qui résultent de l'application d'un objectif de Lunette contre un verre plan, en raison des racines cubiques des quarrés des longueurs des cordes qui produisent ces tons, & que quelques Auteurs ont confonduë avec celle des couleurs Prismatiques. Car cette analogie se rapporte à de tout autres circonstances que celles qui sont notre objet, & n'est point du tout la même que celle des espaces colorés que donne le Prisme.

Si l'on divise harmoniquement le Monochorde par rapport au Ton mineur, c'est-à-dire, en $\frac{1}{2}$, $\frac{7}{16}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{9}$, de manière que la Toute (1) ou la corde fondamentale donnant *Re*, par exemple, & une de ses moitiés l'octave de ce *Re* en haut, on ait de suite sur l'autre moitié tous les intervalles diatoniques des Tons ascendants, *Re*, *Mi*, *Fa*, *Sol*, *La*, *Si*, *Ut*, *re*, il est évident que les cordes de ces tons seront entr'elles comme 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$; ou, supposant la Toute de 720 parties, comme ces nombres, 720, 640, 600, 540, 480, 432, 405, 360.

Cela posé, si l'on prend les intervalles diatoniques, $720 - 640 = 80$, entre *Re* & *mi*; $640 - 600 = 40$, entre *mi* & *fa*; &c. & que l'on compare le rapport qu'ils ont entr'eux avec celui que les sôutendantes ou distances des limites des couleurs du Spectre (Fig. 28.) $A\mu$ ou $G\lambda$, $\mu\kappa$ ou $\lambda\iota$, &c. ont entr'elles, on trouvera ces rapports les mêmes de part & d'autre; & si la moitié de toute la corde est égale à AF ou GM , la sôutendante du *Violet*, $G\lambda$, vaudra 80, comme l'intervalle de *Re* à *mi*, celle de l'*Indigo*, $\lambda\iota$, vaudra 40, comme l'intervalle de *mi* à *fa*, & ainsi de suite.

C'est-là succinçement en quoi consiste l'analogie que M. *Newton* a trouvée entre les sept couleurs du Spectre, qu'il appelle *primitives*, & les sept tons de Musique, & que nous avons ramenée au système du *Si*, aujourd'hui le seul en usage en France; analogie cependant qui ne regne qu'entre des valeurs absolues d'un côté, & des différences de l'autre. Sur quoi je renvoye aux 3^{me} & 4^{me} *Eclaircissements*, qui suivent mon Mémoire de l'année passée sur le Son, où j'ai traité cette matière dans un assez grand détail.

Quant à l'analogie de propagation, entre la Lumière & le Son, les Couleurs & les Tons en général, on peut voir le Mémoire même, & les autres *Eclaircissements* qui l'accompagnent.

CVIII. Rem. 22. On sçait que le *blanc* & le *noir*, selon la Théorie de M. *Newton*, ne sont pas proprement des couleurs, l'un n'étant que l'assemblage des rayons de la lumière de toute espèce & de toute couleur, & l'autre n'en étant que la privation; *Descartes*, avec ses plus anciens disciples, ne diffèrent point en cela de M. *Newton*. Mais ne pourroit-on point, conformément au langage ordinaire, & dans un autre sens, traiter le *blanc* & le *noir* de vraies couleurs, en ce qu'ils font partie de cette sorte de sensations par lesquelles nous discernons les objets de la vuë, & leurs bornes parmi ceux qui les environnent? Ne pourroient-ils point l'être aussi comme termes ou extrêmes de la quantité de lumière propre à chaque couleur, dont le *blanc* seroit alors la commune mesure? Car

ces quantités ont sans doute entr'elles, & avec le *Vert*, des rapports bien différens de ceux de leurs degrés de réfrangibilité, & de leurs vitesses. M. Newton ne s'éloigne pas de cette idée, quand il dit, que le *Jaune* & l'*Orangé* sont de toutes les couleurs primatiques les plus lumineuses, parce que, selon lui, elles affectent plus fortement les sens que toutes les autres ensemble. Après ces deux, il met le *rouge* & le *vert*, &c. de sorte qu'on pourroit ranger les sept couleurs primitives dans cet ordre, *Jaune, Orangé, Rouge, Vert, Bleu, Indigo, & Violet*.

C'est, si je ne me trompe, à cette manière de comparer les couleurs entr'elles, & avec le blanc ou la lumière, que sont dûs la plupart des analogies qu'on en a imaginées avec les tons de Musique, avant que les expériences, & les idées de M. Newton sur ce sujet fussent connues.

Il paroît qu'*Aristote* a cru que les couleurs avoient entre elles un certain rapport, à raison de leur mélange de *blanc*, & de *noir*, & que les plus agréables étoient celles où ce rapport étoit de nombre à nombre, & le plus simple, par exemple, de 2 à 3, de 3 à 4, & semblables, comme les tons harmoniques *. Mais c'est certainement sur une pareille idée, que roule tout ce que M. De la Chambre donna vers le milieu du Siècle passé, touchant l'analogie des Couleurs & des Tons, dans son Livre de *Nouvelles Observations & Conjectures sur l'Iris*, où cette matière est traitée plus amplement qu'en aucun autre endroit que je sache. C'est, dis-je, sur ce que l'espèce particulière des couleurs consiste dans la quantité de lumière qui entre en chacune, & sur la sensation plus ou moins agréable qu'il croit qui en résulte.

Cela posé, & que le *Vert* qui occupe le milieu de l'*Iris* est, & de l'image prismatique du *Soleil*, est, par le consentement général de tous les peuples, la plus agréable de toutes les couleurs, comme l'octave, en raison de 2 à 1, est la plus parfaite de toutes les consonances, M. De la Chambre ne balance pas à mettre le *vert* en raison double, ou plutôt, souddouble avec le *blanc*. Et ayant établi ensuite sur ce fondement, & sur plusieurs inductions tirées de la relation qu'il juge que les qualités

* De sensu & sensu, cap. 3.

sensibles ont entre elles, les rapports de toutes les autres couleurs avec les tons, il en forme enfin cette suite harmonique descendante,

BLANC.	JAUNE.	ROUGE.	VERD.	BLEU.	POURPRE.	NOIR.
Ton fondamental.	Quarte.	Quinte.	Octave.	Onzième, ou Quarte redoublée.	Douzième, ou Quinte redoublée.	Quinzième; ou douze Octave.

Voilà en abrégé son *Système des couleurs & des harmonies*.

Cet exemple entre plusieurs suffit, pour montrer le vague, l'arbitraire, & le mal entendu qui règnent dans ces prétendues analogies. Car comment mesure-t-on ces rapports de lumière, & d'agrément entre les autres couleurs, & le *verd*? Comment les détermine-t-on au juste, & de nombre à nombre? S'ensuit-il que le *verd* ne soit que de moitié aussi lumineux que le *blanc*, parce qu'il est la plus agréable des couleurs, ou la plus amie de l'organe? Selon le principe ce seroit au *gris* d'avoir cette prérogative, comme formé d'une égale quantité de blanc & de noir, & tenant par-là le vrai milieu? Enfin quel rapport y a-t-il entre la force ou l'intensité des sons, & leurs valeurs toniques ou musicales, pour les comparer avec les différentes intensités de la lumière? Le *sol* qui sonne le plus faiblement au-dessus de l'*ut*, en est-il moins la *quinte*, que celui qui sonne le plus fortement, & n'est-ce pas par là seulement que ces deux tons, & leurs vibrations sont commensurables, plutôt que par leur plus ou moins de force? Mais c'est encore ici la méprise perpétuelle qu'on trouve dans une infinité de livres, & que j'ai relevée ailleurs *.

* *Mémoires de
l'Acad. 1737.
p. 22.*

*De la distinction marquée des sept couleurs du Spectre,
& de leurs latitudes.*

CIX. Je ne veux point passer sous silence une difficulté, ou plutôt une question que l'on peut faire sur les couleurs Primitives, quoique je n'espère pas y satisfaire pleinement.

On peut demander, pourquoi n'y a-t-il que sept couleurs distinctement marquées sur le Spectre? Pourquoi ont-elles une si grande latitude? Pourquoi les nuances de l'une à l'autre

en ont-elles une si petite ? ou pourquoi le passage en est-il si brusque ? Car puisque les couleurs Prismatiques résultent des différents degrés de Réfrangibilité ou de vitesse de la lumière, & que depuis un bout du Spectre jusqu'à l'autre, il y a une infinité de ces degrés, chaque lumière véritablement homogène, ne devoit former qu'une bande horizontale infiniment étroite dans l'expérience du Prisme, & par conséquent tout le Spectre ne devoit être qu'un tissu de nuances, parmi lesquelles il seroit impossible d'assigner une largeur finie à aucune couleur ? Il est vrai que quelques-unes de ces couleurs sont visiblement la nuance ou la couleur moyenne des deux entre lesquelles elles sont placées ; tel est (Fig. 28.) l'*Orangé*, entre le *Rouge* & le *Jaune* dont il participe, & le *Bleu foncé* ou *Indigo*, entre le *Bleu céleste* & le *Violet*. Il est vrai encore que ces couleurs ne sont pas uniformes dans leurs latitudes ; que les unes, du côté du Spectre où se trouvent les plus lumineuses, se dégradent peu-à-peu, en s'éclaircissant, à mesure que la Réfrangibilité augmente, comme on le voit dans le *Rouge* & dans l'*Orangé*, & les autres en s'obscurcissant, comme on le voit dans le *Bleu céleste* en allant à l'*Indigo*, & dans celui-ci en allant au *Violet*. Enfin il est constant que si l'on regarde de près, ou avec une Loupe, les limites des couleurs les mieux terminées, & les plus distinctes de celles qui leur sont contiguës, on y découvrira une infinité de petites couleurs ou nuances différentes. Voilà, si l'on veut, un petit jour qui commence à se répandre sur cette matière ; mais il ne suffit pas pour empêcher qu'on n'insiste, & qu'on ne demande encore, pourquoi n'y a-t-il qu'une grande couleur intermédiaire, par exemple, le *Vert*, entre le *Bleu* & le *Jaune*, l'*Orangé* entre le *Jaune* & le *Rouge*, & non pas plusieurs ou une infinité ? Ne sont-ce pas des couleurs bien différentes, d'une continuité, & d'une latitude que les dégradations de clair ou d'obscur n'empêchent pas d'être distinguées bien sensiblement de leurs voisines ? Et pourquoi ces petites couleurs ou nuances intermédiaires, que l'on remarque sur les limites, sont-elles si resserrées, au lieu d'être répandues sur

toute

toute la latitude des deux couleurs adjacentes de part & d'autre ? Pourquoi en un mot ces couleurs adjacentes conservent-elles invariablement leur dénomination particulière, & pourquoi la sensation différente que nous en recevons est-elle si marquée, & si homogène dans tout l'espace occupé sur le Spectre par chacune d'elles ?

CX. Comme il n'y a certainement aucun rapport direct de nature ni de quantité entre nos sensations & les objets extérieurs qui les occasionnent, il ne seroit pas surprenant que la question demeurât toujours insoluble. Mais il ne sera pas inutile d'y faire encore quelque attention, pour se convaincre au moins, que la doctrine de *M. Newton* sur les Couleurs, non plus que la Théorie que nous y avons appliquée, qui ne roulent que sur les faits & sur le calcul, n'en sont pas moins certaines.

Remarquons donc, 1.^o Que le défaut d'analogie entre nos sensations & leurs objets extérieurs est ôté en quelque sorte & indirectement par l'entremise des organes de nos sens. Car on ne peut disconvenir qu'il n'y ait une proportion de force ou de grandeur entre la sensation & les ébranlements de l'organe. Quelle que soit la cause d'institution ou de droit à qui cette relation est due, l'expérience que nous en faisons tous les jours ne nous permet pas de douter que cette relation n'existe, & que nos sensations ne soient d'autant plus fortes, que l'organe dont elles dépendent a été plus fortement ébranlé. Or il est clair que les ébranlements de l'organe ont un rapport mécanique & calculable avec le choc des corps qui le frappent ; il n'est donc pas impossible d'établir quelque analogie entre nos sensations & les forces des corps extérieurs, entre nos sensations de couleur, par exemple, & les différentes vitesses de la lumière qui les occasionnent, ou qui en sont inséparables, ni même, à certains égards, de la calculer.

2.^o Observons que plusieurs de nos sensations de même genre changent d'espece à la seule occasion d'un petit changement en plus ou en moins, arrivé à une même modification de l'objet qui agit sur nos organes ; un peu plus ou un

peu moins d'activité de la part du feu, change notre sensation de chaleur en un sentiment de plaisir ou de douleur ; un peu plus ou un peu moins de vitesse dans les vibrations du corps sonore, nous font entendre des tons fort différents ; comme un peu plus ou un peu moins de vitesse dans les rayons de la lumière nous font voir toutes les couleurs du Spectre, ou en sont inséparables, quelles que puissent être d'ailleurs les autres modifications des corpuscules lumineux compliquées avec leurs vitesses ; ainsi qu'il a été expliqué en son lieu.

3.° Que les intensités différentes de l'objet, & la force des ébranlements de l'organe qui s'ensuivent, quelque grandes ou petites qu'elles soient, ne changent rien ou presque rien à l'espèce de sensations tant que la modification correspondante de l'objet demeure de même quantité. Ainsi la force du Son ne change rien au ton, le même ton pouvant être fort ou foible, jusqu'à nous étourdir, ou à devenir presque imperceptible, sans devenir plus haut ou plus bas, quoique l'augmentation ou la diminution d'un 100^{me} dans la vitesse des vibrations du corps sonore y apporte un changement très-sensible. Et de même la lumière colorée provenant de la 100^{me} partie des rayons du disque du Soleil, séparés par le Prisme, ou de tout son disque, & par-là cent fois plus ou moins forte, ne nous fera éprouver que la même sensation de couleur, tant que sa réfrangibilité ou sa vitesse restera la même, quoiqu'un 78^{me} de différence entre ses réfrangibilités ou vitesses renferme les extrêmes des changements capables de produire en nous toutes les différentes sensations de couleur possibles.

4.° Que malgré la finesse & la délicatesse des fibres de nos organes, il faut cependant que le changement arrivé à la modification des objets dont ils sont, pour ainsi dire, les juges, soit d'une certaine quantité finie pour devenir sensible ; sans quoi l'espèce de sensation demeure indistinctement la même. Ainsi la fréquence des vibrations du corps sonore ne venant à changer, par exemple, que d'un 800^{me}, qui ne

fait qu'environ la moitié d'une *Eptaméride* de M. Sauveur, l'oreille la plus délicate aura bien de la peine à discerner si le ton est haussé ou baissé, ou même s'il a changé en aucune manière : & je doute aussi que les yeux les plus fins pussent appercevoir aucune différence dans la couleur absolue qui n'auroit changé que d'un 3000^{me} de réfrangibilité ou de vitesse.

5.^o Sur quoi il y a encore ici une observation importante à faire, c'est que deux modifications qui diffèrent assez peu entr'elles pour ne pouvoir être distinguées absolument ou successivement, le pourront être jusqu'à un certain point, & entre des limites plus resserrées, lorsqu'elles viendront à être considérées l'une près de l'autre, en même temps & relativement. Ainsi deux cordes qui ne diffèrent dans leurs fréquences de vibration que de ce 800^{me} que nous avons dit être insensible en une même corde frappée successivement, pourront bien être distinguées de l'unisson parfait, lorsqu'elles sonneront ensemble : & de même deux couleurs ou plutôt deux nuances, celles du *Rouge*, par exemple, qui ne diffèrent que d'un 3000^{me} de réfrangibilité ou de vitesse, & qu'on n'auroit pu distinguer séparément, paroîtront d'une différence sensible, étant vues l'une près de l'autre sur la bande *rouge* du Spectre, dont cette 3000^{me} partie de réfrangibilité ou de Sinus ne répond qu'à environ la 5^{me} partie de sa largeur, & qui est, de même que les autres bandes colorées du Spectre, toute composée de proche en proche de ces nuances séparément *indiscernables*. Ce qui peut devenir l'objet d'une recherche curieuse sur les tensions & extensions successives ou simultanées des différentes fibres de nos organes, mais dont nous nous abstenons ici, n'ayant besoin que du fait.

CXI. Cela posé, qu'y aura-t-il d'extraordinaire que ces petits accroissements de réfrangibilité ou décroissements de vitesse de la part de la lumière, qui constituent la largeur des bandes colorées du Spectre, soient insuffisants pour changer l'espèce de sensation que nous appelons *couleur*, & qu'ensuite étant arrivés à un certain degré, la moindre augmentation ou

diminution sensible faſſe parvenir les ébranlemens de l'organe qui leur répondent, à un degré de fréquence, ou de communſurabilité par rapport à la tenſion commune de ſes fibres, qui ſoit capable de produire en nous la nouvelle ſenſation de couleur que nous éprouvons dans l'expérience dont il s'agit? Qu'il n'y ait que ſept ou un moindre nombre de couleurs plus particulièrement diſtinctes que les autres, cela n'a rien en ſoi de plus ſurprenant que les ſept Tons de l'Oclave, à la diſtinction & à l'intonation deſquels nous avons aſſurément été déterminés par la Nature, & par la conſtruction des organes de l'Oreille & de la Voix, par les communſurabilités plus ſimples, & par-là plus perceptibles des vibrations qui en ſont naître le ſentiment, & par mille autres circonſtances mécaniques pareilles, avant que l'art s'en mêlât, & qu'il nous y fit remarquer les diviſions en *Comma*, en *Mérides*, & en *Eptamérides*. Je n'ai garde de donner ces conjectures pour des preuves complètes, & pour une entière ſolution de la difficulté; mais il me ſemble qu'elles ſont valables pour affranchir le Syſtème de M. *Newton* de toute incongruité ſur ce ſujet.

Du reſte on voit que les changements de Ton en exigent de très-ſignificatifs dans les rapports de viteſſe qui les conſtituent; par exemple, de 9 à 10, de 15 à 16, pour monter du *La* au *Si*, du *Si* à l'*Ut*, en intervalle de $\frac{1}{10}$, & de $\frac{1}{16}$, au lieu qu'un changement de rapport de 579 à 580, de $1028\frac{1}{3}$ à $1029\frac{1}{3}$, ſuffit pour aller, par exemple, du *Jaune* à l'*Orangé*, de l'*Orangé* au *Rouge*, en intervalle de $\frac{1}{580}$, & de $\frac{1}{1029\frac{1}{3}}$. Et cela ſans doute par la ſoupleſſe diſſérente des organes de l'Ouïe, & de ceux de la Vuë, comme nous l'avons expliqué l'année dernière, en donnant raiſon de ce qu'il ne pouvoit y avoir ni redoublemens ni Octaves dans les Couleurs, ainſi qu'il y en a dans les Tons de Muſique.

DE LA DIFFRACTION.

CXII. Tous les Opticiens avant le P. *Grimaldi* ont cru que la Lumière ne pouvoit se répandre ou se transmettre que de trois manières, sçavoir, par *voie directe*, ou en ligne droite, par *Réfraction*, & par *Réflexion* ; mais ce sçavant homme y en adjôuta une quatrième qu'il avoit observée dans la Nature, & qu'il appella *Diffraction*. C'est cette inflexion des rayons qui se fait à la superficie ou auprès de la superficie des corps, & d'où résulte non seulement une plus grande ombre que celle qu'ils devoient donner, mais encore différentes couleurs à côté de cette ombre, fort semblables à celles de l'expérience ordinaire du Prisme. Pour se convaincre en gros du phénomène, & sans beaucoup de préparatifs, il n'y a qu'à regarder le Soleil à travers les barbes d'une plume, ou auprès des bords d'un chapeau, ou de tel autre corps filamenteux, & l'on appercevra une infinité de petits arc-en-cielx, ou franges colorées. La principale raison du P. *Grimaldi*, pour établir que la Diffraction étoit réellement une quatrième espèce de transmission de la Lumière, & pour la distinguer de la Réfraction, est qu'elle se fait, comme il le pense, sans l'intervention d'aucun nouveau milieu. A l'égard de M. *Newton*, qui a décrit ce phénomène avec beaucoup d'exactitude, & qui en a encore plus détaillé les circonstances & les dimensions que le P. *Grimaldi*, il n'a rien décidé formellement, que je sçache, de sa vraie ou prétendue différence avec celui de la Réfraction, ne voulant pas même, comme il le dit à ce sujet, entrer dans la discussion, si les rayons de la Lumière sont corporels ou ne le sont pas, *De natura radiorum, utrum sint corpora nec ne, nihil omnino disputans* *. Cependant il a exclu du phénomène, sans restriction, & sans rien mettre à sa place, la Réfraction ordinaire de l'air †.

* *Princip. l. 1.*
Schol. Prop. 26.

† *Optic. l. 3.*

Pour moi, qui avouerai franchement ne pouvoir former aucun doute sur la nature de la Lumière à cet égard, & qui l'ayant considérée jusqu'ici comme un corps, n'ai pu la faire

détourner de ses directions ou de ses tendances, qu'à l'occasion d'autres corps, je ne ferai aussi aucune difficulté de dire que la Diffraction me paroît être une vraie Réfraction, telle que je l'ai expliquée dans les deux dernières Parties de ces Recherches. Je n'y vois d'autre différence, sinon qu'elle se fait à la rencontre, je ne dis pas de l'air ambiant, mais d'un autre milieu invifible, & vraisemblablement de cette petite atmosphère que mille expériences nous démontrent, qui environne les corps, & qui peut varier de réfringence, & de mouvements à l'infini, selon leur différente texture, ou les mélanges de matière qui les composent. J'ai lu, répété, & tourné de plusieurs façons les expériences que les Auteurs dont je viens de parler en rapportent, l'un au commencement de sa *Physico-mathesis de Lumine*, l'autre dans le 3^{me} Livre de son *Optique*, & je n'y ai rien trouvé qu'on ne puisse ramener à cette idée, & à la Loi mécanique de laquelle je ne crois pas qu'on doive jamais se départir sur ce sujet.

Fig. 29.

CXIII. Car soit $ABCD$ le profil ou la coupe d'un cheveu, ou d'un fil délié de métal; $IAKTDH$ son atmosphère de matière réfractive, plus résistante par rapport à la lumière que l'air; & RR un trait de lumière reçu par un fort petit trou dans la chambre obscure, & auquel on a opposé le corps $ABCD$ à quelques pieds au de-là.

Le fait est que si l'on reçoit l'ombre du fil AC sur un plan, à quelques pieds de distance du fil, par exemple en NZ , elle y sera trouvée, toutes déductions faites, beaucoup plus grande qu'elle ne devroit l'être, à raison du diamètre de ce fil. On verra de plus de part & d'autre des limites de l'ombre en NL , ZQ , des bandes ou franges de lumière colorée.

Mais un nouveau milieu $IAKTDH$, de figure cylindrique, & que les rayons RI , rF , pG , d'une part, & RX , rS , pK , de l'autre, ont à traverser plus difficilement que l'air, ne seroit-il pas suffisant pour produire tous ces effets? Pour détourner ces rayons de I en N , par exemple, de F en O , & de O en E , de G en H , & de H en L ! & de même de l'autre côté du corps AC , de X en Z , de S en T , & de T

en *V*, de *K* en *P*, & de *P* en *Q* ! Et pour y produire des couleurs à peu-près comme celles du Prisme, tant à cause de la figure cylindrique du nouveau milieu, que des différens degrés de réfringence qu'il peut avoir en différentes couches plus ou moins proches du corps *AC* ! Que l'ombre du cheveu soit plus grande qu'elle ne doit l'être, il n'y a rien là de surprenant ; c'est celle de son atmosphère plutôt que la sienne. On ne voit point, il est vrai, cette atmosphère, ou ce nouveau milieu ; mais le détour de la lumière, auprès du corps *Diffrangent*, ne permet pas de douter qu'il n'existe, à moins qu'on ne suppose que le changement de direction arrivé à ces rayons, qui sont matière, leur est survenu sans l'opposition d'aucune matière dans le lieu où s'est fait le détour. Voit-on mieux, & n'admet-on pas cependant, la matière magnétique & électrique autour d'un Aimant, ou d'un morceau d'Ambre ? Je crois donc être fondé à regarder la Diffraction comme une véritable Réfraction ; & cela par la grande Règle de *M. Newton* même, qu'il ne faut point multiplier sans nécessité les causes des effets naturels, & qu'ainsi les effets naturels de même genre doivent être attribués à des causes semblables.

CXIV. Il ne faut point dissimuler que les effets de la Diffraction sont très-composés, & qu'en conséquence, pour les expliquer par une atmosphère réfringente, il faut la supposer aussi très-composée. Sur l'idée générale que nous avons d'abord donnée de ces effets, & sur la notion que l'on en prend communément dans les Auteurs, on s'imagineroit peut-être que les couleurs *N*, *E*, *L*, d'un côté de l'ombre, & *Z*, *V*, *Q*, de l'autre côté, représentent simplement la suite des couleurs de la Lumière, chacune des bandes ou franges ne donnant qu'une de ces couleurs. Mais ce sont bien distinctement tout au moins trois ordres ou suites de couleurs de chaque côté, & posées l'une auprès de l'autre à peu-près comme les Spectres d'autant de Prismes ajustés l'un sur l'autre au dessus & au dessous du corps diffringent *ABCD*. Ces trois suites de franges ou de couleurs sont représentées ici

Fig. 30.

dans leurs proportions ou approchant (Fig. 30.) par rapport à l'ombre *O* du cheveu, & marquées sur leur milieu des mêmes lettres que leurs correspondantes dans la Figure 29. Ainsi la première, en partant de l'ombre, est *N* d'un côté, & *Z* de l'autre, la seconde *E* & *V*, & la troisième *L* & *Q*. On voit dans la première, de part & d'autre, en venant de l'ombre, les couleurs suivantes, *Violet*, *Indigo*, *Bleu-pâle*, *Vert*, *Jaune*, *Rouge*; dans la seconde, en suivant le même ordre, *Blau*, *Jaune*, *Rouge*; & dans la troisième, *Bleu-pâle*, *Jaune-pâle*, & *Rouge*.

CXV. On pourroit d'abord expliquer cette multiplicité de suites de couleurs d'une manière assez simple, & sans composer beaucoup l'atmosphère réfringente qui entoure le corps *ABCD*, Fig. 29. Car si l'on imagine des tangentes menées de part & d'autre du point *I* & du point *X*, & de même d'autres tangentes sur les points *F*, *G*, ou *K*, *S*, & *O*, *H*, ou *T*, *P*, il en résultera un Prisme à base dodécagone, ou, si l'on veut, plusieurs portions de Prismes triangulaires de différent angle réfringent; de manière qu'en *I* ou *X*, sera le Prisme de l'angle réfringent le plus obtus; en *F*, *O*, ou *S*, *T*, celui dont les faces réfringentes par leur concours formeroient un angle moins obtus; & en *G*, *H*, ou *K*, *P*, celui où elles formeroient un angle aigu. Ainsi il ne seroit pas étonnant que chacun des rayons composés, *R*, *r*, *p*, se décomposât à part en ses couleurs sur chacun de ces Prismes de différent angle, & que leurs Spectres étant reçus sur un même plan, s'y trouvaient en des lieux différents. La surface courbe & cylindrique donne, il est vrai, une infinité de ces faces diversement inclinées à l'incidence des rayons lumineux; mais on voit bien que jusqu'à ce que l'inclinaison des unes à l'égard de plusieurs autres devienne finie ou sensible, ou, ce qui est la même chose, jusqu'à ce qu'il y en ait un assez grand nombre pour faire un total capable de changer sensiblement la valeur de l'angle d'incidence, & que la réfraction, qui se fait, par exemple, en *G*, par rapport à celle qui se fait en *F*, &c. soit sensiblement différente, la suite ou l'ordre

l'ordre des couleurs prismatiques ne doit pas changer de lieu. La courbûre ou le changement insensible & gradué des inclinaisons doit seulement apporter ici quelque trouble aux couleurs, aux latitudes de leurs bandes, & à l'anticipation réciproque des unes sur les autres, comme on le remarque en effet dans le phénomène, qui n'est pas le même dans toutes ces parties que celui qui résulte du Prisme ordinaire, ou d'un Prisme tel que seroit celui que nous venons de décrire. Mais nous allons voir que tout cela est encore bien douteux, ou tout au moins bien compliqué par les circonstances physiques qui s'y mêlent.

CXVI. Selon que *M. Newton* l'a conçu, & que les expériences paroissent l'indiquer, les rayons *R*, que la Figure 29 suppose aller se peindre en *N*, ou en *Z*, s'écartent moins de l'ombre que les rayons *r*, qui vont se peindre en *E*, ou en *V*, & ceux-ci moins que les rayons *p*, qui vont se peindre en *L*, ou en *Q*, & qui sont ceux qui s'écartent le plus de l'ombre ou de la bande d'ombre & de lumière, & les uns & les autres se croisent en *Y*. Ainsi la réfraction est d'autant plus grande dans *IPK*, que les rayons passent plus près du corps diffringent *ABCD*. Cependant tout le contraire devoit arriver dans une atmosphère cylindrique homogène, puisque la Réfraction croît avec l'obliquité de l'incidence des rayons, & que l'incidence en *I* est plus oblique qu'en *F*, & en *F* qu'en *G*, &c. Il faut donc imaginer que les couches de l'atmosphère *IPK*, augmentent de réfringence de *I* vers *A*, en approchant du corps *ABCD*, ou que cette atmosphère est composée dans toute son étendue de parties hétérogènes à cet égard, de manière que les plus proches de la surface du cheveu, ou du centre de sa section, ou en général celles de la plus grande force réfringente renvoient en *L* les rayons qui forment la troisième suite de couleurs en partant de l'ombre, que les plus éloignées du centre, ou, en quelque lieu qu'elles soient, que celles de la moindre force les renvoient en *N*, pour y faire la première suite, & les moyennes en *E*, pour y faire la seconde; & ainsi de l'autre côté, *Q*, *Z*, *V*, &c. Voilà sans

doute quelque chose de bien composé pour une atmosphère de cheveu ; mais le plus petit rayon de lumière sensible l'est-il moins , dès qu'il contient des parties capables d'exciter en nous tous les sentiments des couleurs ?

CXVII. Quand je parle de ces couches ou parties quelconques de différente réfringence de l'atmosphère IPK , il faut toujours entendre que c'est en total dans le même sens par rapport à la réfringence de l'air. C'est-à-dire, par exemple, que la lumière s'y écarte toujours plus de la perpendiculaire en y entrant obliquement, que dans l'air ; mais en plus grand rapport en certains endroits qu'en d'autres. C'est en ce sens, comme je l'ai d'abord indiqué, qu'il y a lieu de juger que l'atmosphère qui produit la Diffraction, est plus réfringente que l'air. Cependant, à ne considérer que quelques-unes de ces expériences, on pourroit imaginer ce plus de réfringence totale en sens contraire, & expliquer par-là le phénomène. Car en ce cas, les rayons colorés venant à concourir sur l'axe du cône lumineux, s'y décufleroient ou croîteroient au de-là de l'atmosphère, par exemple, en $dsca$, & iroient, après cette décuflation, se peindre en ordre renversé en n, e, l , & en z, u, q ; c'est-à-dire, que ceux dont l'incidence a été au dessus du corps diffringent, viendroient au dessous de l'ombre, & au contraire de ceux dont l'incidence a été au dessous ; mais il en résulteroit des effets semblables à ceux du cas opposé, ou dont la différence seroit difficile à observer. Combinés cette nouvelle vuë avec la réfringence croissante ou décroissante vers le centre, & avec le calcul des angles d'incidence par rapport à la figure du nouveau milieu, & vous verrez combien tout ceci pourroit devenir compliqué. Quoi qu'il en soit, je ne puis douter qu'il n'y ait dans la Diffraction quelques rayons détournés & *inflexis* vers l'axe du cône lumineux ; & voici ce qui me le persuade.

CXVIII. Lorsqu'on n'est pas encore exercé aux expériences de la Diffraction, on n'y voit guere d'abord que des bandes d'ombre & de lumière parallèles à la projection du cheveu, ou de tel autre corps diffringent. Un peu d'attention

& d'adresse y font appercevoir ensuite du *Violet* ou du *Bleu*, & du *Rouge* ; le *Verd* & le *Jaune* qui sont entre deux , & vis-à-vis les lettres de la Fig. 30 , n'y paroissant que comme de grandes bandes de lumière sans couleur. Enfin avec quelques précautions de plus , & en inclinant le papier ou carton blanc à l'axe du cone lumineux , selon le conseil & la pratique de M. *Newton* , on parvient à y découvrir toutes les couleurs qu'il a décrites , & que nous avons rapportées ci-dessus, *Art. CXIV.* C'est cette inclinaison du carton , qui , en élargissant à volonté toutes ces bandes , est d'un grand secours pour en démêler les couleurs. Je me suis servi avec cela le plus souvent d'une assez forte Loupe , & je me suis aperçu que l'ombre même du cheveu étoit toujours teinte d'un *Violet* grisâtre , & plus claire dans son milieu que par ses bords. Je crus au commencement que la transparence du cheveu en étoit la cause , & que c'étoient plutôt des rayons transmis directement , & , pour ainsi dire , filtrés , que réfractés par inflexion. Mais je retrouvai bientôt le même phénomène , en mettant à la place du cheveu des fils de métal , soit poli , soit mat , du fil d'archal , des épingles , & des aiguilles assez grossières , & qui n'avoient certainement aucune transparence. J'y voyois cependant cette différence , que les bords de l'ombre de ces corps faisoient presque toujours deux bandes beaucoup plus foncées que celles du cheveu , & quelquefois tout-à-fait noires ; mais le milieu entre deux n'en paroissoit que plus clair , & toujours de ce *Violet* grisâtre dont je viens de parler. Voilà donc encore dans le phénomène de la Diffraction un nouvel ordre de réfractions produites par quelque couche inférieure de l'atmosphère ambiante , qui rapproche de la perpendiculaire , & de l'axe du cone , des rayons que les couches supérieures en écartent ; mais qui n'agit sensiblement que sur les rayons *violacés* , les plus foibles de tous.

On a en grand un effet tout semblable à cette inflexion de rayons vers l'axe , dans la plupart des Éclipses de Lune , où l'ombre qui fait l'Éclipse est presque toujours uniquement celle de l'atmosphère de la Terre , plutôt que celle de son

globe proprement dit, dont le cone d'ombre ne peut que dans des cas fort rares aller jusqu'à la Lune; comme il est aisé de le prouver par le calcul de leurs distances ordinaires, & par celui des réfractions horizontales. Et c'est à cette circonstance qu'est due la visibilité de la Lune pendant ses Éclipses, & la couleur rougeâtre dont elle y paroît peinte.

CXIX. Enfin il y a dans la Diffraction une singularité que je ne dois pas omettre, & qui dépend encore à mon avis, de la composition ou hétérogénéité de l'atmosphère qui la produit. C'est que les rayons colorés s'y écartent de l'axe du cone lumineux en sens contraire à l'ordre de leur réfrangibilité. Car ce sont les rayons *Violets* ou *Bleus* qui y sont intérieurs & le plus près de cet axe, dans chacune des suites, & les *Rouges* extérieurs ou le plus loin du même axe; comme on a pû voir par la description de la Fig. 30. Or il est aisé de se convaincre que cela ne sçauroit jamais arriver par une atmosphère homogène, de figure cylindrique, sphérique, sphéroïde, ou cylindroïde quelconque.

Fig. 31.

Soit *ANG* cette atmosphère ou simplement sa coupe, soit *AX* l'axe du cone lumineux, & *YN*, le rayon incident. Si l'on suppose que la lumière se meut avec moins de vitesse dans ce nouveau milieu que dans l'air, & qu'elle s'y écarte de la perpendiculaire, il est évident que la séparation des rayons colorés qui se fait au point *N*, éloignera davantage de *AX* les rayons *Violets* ou *Bleus*, que les *Rouges*, & que les premiers iront, par exemple, en *I*, & les seconds en *G*; de manière qu'à leur seconde réfraction, à leur sortie de ce milieu pour rentrer dans l'air, en se rapprochant de la perpendiculaire, ils divergeront encore en même sens, l'un vers *IV*, l'autre vers *GR*. Ainsi les *Rouges*, *R*, seront toujours intérieurs, & les *Violets*, *V*, extérieurs.

Supposons ensuite que le milieu *ANG* soit tout le contraire, c'est-à-dire, que la lumière s'y meuve avec plus de facilité & de vitesse que dans l'air; le contraire de ce que nous venons de remarquer arrivera aux mêmes rayons colorés *Ng*, *Ni*, les uns rouges, les autres violets, jusqu'à leur

décussation *dscs*. Mais cette décussation rétablissant ensuite à cet égard, ce que la nouvelle hypothèse de réfringence y avoit renversé, & les rayons rouges, *gs*, passant en *sr*, & les violets, *is*, en *sv*, il est clair que les premiers se trouveront encore intérieurs après cette décussation, en *r*, & les seconds extérieurs, en *v*. Or on n'observe guere les suites & l'ordre des couleurs dont il s'agit que bien loin au de-là du point de décussation. Donc, &c.

Comment se peut-il donc faire que l'expérience de la Diffraction donne les rayons violets ou bleus intérieurs, & les rouges extérieurs, dans l'ordre énoncé ci-dessus, *Violet, Indigo, Bleu-pâle, Verd, Jaune, Rouge*, & que les premiers qui sont les plus foibles, semblent par-là se maintenir mieux dans leur direction contre la force étrangère qui agit pour les en détourner, que les derniers, qui sont les plus forts ? Il faut reconnoître ici nécessairement, dans cette atmosphère que les rayons de lumière ont à traverser, des parties de différente résistance ou de différent mouvement, qui repoussent les rayons rouges avec plus de force que ceux de toute autre espèce, à peu-près comme la matière électrique de l'existence de laquelle tout le monde convient quelque invisible qu'elle soit, repousse plus fortement certaines substances, & notamment certaines couleurs que les autres.

Mais pour nous faire une idée moins vague de la possibilité de ce mécanisme, imaginons que l'atmosphère *ANG*, à mesure qu'elle approche de sa source ou du corps diffringent, augmente de densité, de résistance, ou de réfringence, par exemple, en raison inverse des quarrés, des cubes, ou de telle autre fonction des distances; de manière qu'à une certaine profondeur, en allant de la surface au centre, cette réfringence du milieu croît en plus grand rapport, que la réfrangibilité des rayons colorés ne décroît, en allant du violet au rouge. Cela posé il est clair que le rayon rouge *NG*, par cela même qu'il a plus de force, qu'il est moins réfrangible, & qu'il se détourne moins de sa première direction, *IN*, que le violet, *NI*, passera plus près du centre que le

violet ; mais par cela même aussi il ira plutôt rencontrer une couche de l'atmosphère qui le repoussera, & le recourbera brusquement vers $N I$, & avec plus de force qu'il n'en avoit pour s'en écarter. Il croîtra donc bien-tôt la route $N I$ ou semblable, que tient le violet, & il lui deviendra extérieur par rapport à l'axe du cône lumineux, &c.

Si l'hypothèse d'un milieu moins résistant à la lumière que l'air avoit lieu, on trouveroit de même, que les rayons colorés $N g$, $N i$, donnent l'inverse de cet effet, jusqu'à leur déviation de part & d'autre sur l'axe $A A$, & qu'ensuite leur position entre eux, & par rapport à cet axe, devient la même que celle des $N G$, $N I$, du cas opposé.

Remarquons encore un phénomène qui se mêle quelquefois avec ces expériences de la Lumière, une trépidation, ou une Diffraction changeante par secousses, & qui est encore plus visible aux bords du cône lumineux projeté bien loin au de-là d'un grand Gnomon, lorsque la lame de métal où en est le trou, vient à être échauffée par les rayons du Soleil. Pourroit-on attribuer ce tremoussement de l'image Solaire à autre chose qu'à la fluctuation que produit la chaleur, soit dans le fluide propre qui enduit ou environne les bords du métal, soit dans l'air qui les touche ; car ce sera toujours l'équivalent d'une atmosphère diffringente ? Je sçais du moins qu'on se garentit de cet inconvénient, ou qu'on le diminue beaucoup, en appliquant un peu de glace sur le métal, ou en le tenant couvert, & en ne le découvrant que vers l'instant de l'observation.

Je ne pousserai pas plus loin ces recherches sur la Diffraction. Il me paroît que ce n'est en tout ceci que quelques circonstances de fait, ou l'art de les découvrir, qui nous manquent, mais qu'il n'y a rien d'ailleurs qui puisse infirmer la Théorie que nous y avons employée.

CXX. *Remarque 23.* Quelle que soit, en général, la matière réfractive, qui couvre comme un vernis léger la superficie des corps & de leurs petites parcelles, elle se manifeste encore par la réflexion de la lumière que l'on fait

tomber sur la surface des corps polis de toute espece, transparents ou opaques, & de quelque figure qu'ils soient, plane, convexe, ou concave.

Entre plusieurs expériences par lesquelles on peut s'en convaincre, en voici une fort facile. Ayant disposé toutes choses dans la chambre obscure, comme pour l'expérience ordinaire de la Diffraction, excepté que le trou par où passe la lumière doit être un peu plus grand, & d'environ un tiers de ligne, ou une demi-ligne de diametre, recevés cette lumière à 6, 8, 10 ou 12 pieds de distance, sur une lame de cuivre, par exemple, qui soit bien poli, & faites la réfléchir obliquement sur un carton blanc, ou sur du papier enduit de blanc d'Espagne, comme celui qu'on prépare pour les Tablettes à écrire. Alors tournant le dos au volet d'où vient le jour, & regardant avec une loupe la lumière réfléchie sur ce papier, vous la verrés comme un tissu de Mosaique, ou comme une grosse Moire dont la chaîne seroit fréquemment interrompue, & dont chaque brin seroit peint de bleu, de verd ou de jaune, & de rouge nuancés autant que le peut permettre la petite latitude des bandes de chacune de ces couleurs. Variés cette expérience par toutes les substances, & par toutes les figures qu'il vous plaira, vous retrouverés toujours le même phénomène, à quelques différences près, provenant des figures & des inégalités physiques de la surface réfléchissante, selon qu'elle a été limée ou polie plus ou moins. Car il me paroît hors de doute, que ce nombre infini de petits Spectres ou de petites franges colorées, n'est dû qu'à la petite atmosphere quelconque qui enduit les grains du corps réfléchissant, & dans laquelle la lumière souffre une double réfraction, avant que de venir tomber sur le papier, à peu-près comme dans les gouttelettes de pluye qui nous font voir l'arc-en-ciel; sans quoi la simple réflexion ne la décomposeroit jamais en ses couleurs, comme on peut s'en convaincre par tout ce qui a été démontré précédemment sur la Réflexion.

Du reste j'attribuë plutôt cet effet à la petite atmosphere, qu'aux grains mêmes, ou aux parties anguleuses ou

filamenteuses de la matière propre du corps, qui pourroient couvrir sa superficie, & que leur extrême ténuité rendroit transparentes; parce que la réfraction qui se manifeste ici ne peut guère aller au-dessus ou au-dessous de celle de l'air à l'Ether. Mais nous savons certainement que la réfringence de la plupart des matières avec lesquelles on peut faire cette expérience aussi-bien que celles de la Diffraction, comme le Verre, le Cristal, &c. est de beaucoup plus grande, & se fait même vraisemblablement en sens contraire.

A l'égard de la réflexion totale, qui n'est dans tous ces cas, à la vue simple, & hors de la chambre obscure, qu'une lumière proprement dite, & sensiblement assez dense, malgré ce nombre infini d'éparpillements, & cette dispersion de couleurs, j'espère montrer par d'autres expériences, & sur le même fondement, qu'elle ne se fait pas non plus sans une séparation de parties colorées, mais plus uniforme; & qu'ainsi les Cautiques par réflexion qui en résultent, lorsque la lumière tombe, par exemple, sur une surface polie cylindrique, ou sphérique, concave, sont colorés par leurs bords auprès & au de-là de leurs foyers, comme les Cautiques par réfraction, quoique d'une manière différente quant aux circonstances, à la latitude des bandes, & à l'ordre des couleurs. Je ne donnerai point ces expériences sans examiner ce qu'on en peut conclure sur les Télescopes par réflexion, en tant qu'ils remédient à l'*aberration* des rayons colorés. En attendant j'observerai, que lorsqu'il s'agit de certaines inductions délicates touchant les couleurs prismatiques, on doit se défier des expériences qui en ont été faites par le moyen d'un rayon de lumière réfléchi de dessus un miroir plan de métal sur le Prisme, ou sur quelque autre milieu réfringent ou réfléchissant dont on a besoin; ainsi qu'on en use quelquefois pour éviter l'assujettissement des heures où le Soleil entre dans la chambre obscure, de la hauteur & selon la direction requises, ou fautive d'une chambre obscure située comme il convient. Car il y a certainement des cas, où les couleurs de réflexion dont je viens de parler pourroient causer bien des erreurs dans ces expériences,

expériences, ou les rendre très-équivoques. Mais les détails dans lesquels il faudroit entrer pour expliquer, ou pour justifier plus particulièrement toutes ces choses, me conduiroient beaucoup au de-là des bornes que j'ai prescrites à ce Mémoire, & qu'il est temps de lui donner.

R E M A R Q U E S
E T E' C L A I R C I S S E M E N T S
P A R L' A N A T O M I E C O M P A R E E,

*Sur plusieurs articles de la 2.^{de} Partie du Traité de Borelli,
de Motu Animalium, imprimé à Rome 1681.*

P R E M I E R M E M O I R E.

Par M. W I N S L O W.

*Sur le mouvement de la Respiration, Chapitre VII.
Propos. LXXXI. jusqu'à la XC.^e*

J'EXAMINE en particulier dans ce Mémoire, les mouvements de dilatation & de contraction de la Poitrine, & les organes tant osseux que musculaires par lesquels on les exécute. Et comme l'Auteur dans la première partie de son Traité, a déjà fait quelques remarques sur les Côtes & sur les Muscles intercostaux, & parlé du Diaphragme & des Muscles du Bas-ventre, il sera nécessaire d'en rapporter l'extrait.

Dans la Proposition LXXXIX. de cette première Partie, il fait observer : 1.^o Que les Côtes se peuvent mouvoir & se tourner sur leurs appuis difficilement, & par un mouvement peu manifeste. 2.^o Que les deux centres de leur mouvement ne sont pas stables, en ce que le Sternum, auquel est attachée la petite tête ou extrémité antérieure de chaque Côte, n'est pas ferme ou fixe, comme le sont les Vertèbres de l'Épine du Dos, où est attachée la tête ou extrémité postérieure de

Mem. 1738.

la même Côte. 3.^o Que les Côtes ne conservent pas leur courbure, mais sont comme des arcs dont les extrémités s'écartent un peu, ce qu'il explique ailleurs par ressort, & qu'ainsi non-seulement elles ont l'usage de levier à double appui comme l'os de la Mâchoire inférieure, mais qu'elles ont aussi le ressort d'arc, *vim arcus*.

Dans la Proposition XC. de la même première Partie, après avoir rapporté une expérience pour conjecturer la force des Muscles intercostaux, qui étoit de soulever un fardeau considérable appliqué à une vessie de Porc affaîlée, en soufflant par la petite ouverture du cou de cette vessie : il est cependant vrai, dit-il, que dans un tel effort de soufle les Muscles du Bas-ventre concourent aussi avec le Diaphragme. *Verum est tamen, quod in tali inflatione violenta concurrunt quoque muscoli abdominis cum diaphragmate*, &c.

Dans la Proposition CXX. de cette première partie, il ne parle que de l'examen de la force des Muscles intercostaux, duquel examen il ne s'agit point pour le présent.

Mais pour revenir aux Propositions de la seconde Partie du Traité de Borelli, indiquées dans le titre de mon Mémoire, voici la première.

PROPOSITION LXXXI.

Exponuntur Phænomena, quæ in motu Respirationis observantur.

» Exposition des Phénomènes qui s'observent dans
» le mouvement de la Respiration.

L'illustre Auteur, pour mieux traiter du mécanisme de ces mouvements, a trouvé à propos de commencer par les phénomènes qui s'y observent. Il n'en expose que six, sçavoir,
1.^o Les alternatives de l'entrée ou intronission de l'air par les narines & par la bouche dans la cavité de la poitrine.
2.^o Que les intervalles d'inspiration & d'expiration ne sont ni si fréquents, ni n'arrivent en même temps que les pulsations

du cœur. 3.° Qu'on peut volontairement accélérer, retarder, aggrandir ces alternatives, mais qu'on ne peut pas par la volonté les empêcher tout-à-fait sans être suffoqué & mourir. 4.° Que dans les animaux terrestres & dans les oiseaux la matière de respiration ne peut être que l'air, & même l'air d'une consistance convenable. 5.° Que dans l'inspiration l'air s'insinue dans les poumons & les gonfle, & que dans l'expiration ils se dégonflent. 6.° Mesurer au moyen d'un tuyau de verre & un peu d'eau de savon, la quantité d'air qui occupe la poitrine dilatée dans l'inspiration.

De ces six phénomènes il n'y a que le premier dont il s'agit présentement. Mais j'ai cru devoir y en ajouter plusieurs autres qui m'ont paru mériter attention, & pouvoir encore donner lieu à quelques remarques particulières par l'Anatomie comparée, nonobstant la très-grande difficulté d'en expliquer une partie avec netteté. Les voici :

1. Quand on est couché sur un côté, les Côtes de ce côté sont arrêtées sans mouvement sensible, pendant que les Côtes de l'autre côté se meuvent continuellement. Ce qui arrive aussi, quand étant debout ou assis, on panche latéralement la Poitrine sans pancher en même temps la région lombaire ; car alors les Côtes d'un côté sont comprimées les unes sur les autres, & par conséquent leur mouvement est fort diminué, pendant que celles du côté opposé continuent le leur.

2. On peut volontairement si fort serrer & rendre étroite la Poitrine, qu'elle quitte presque par-tout la chemise, & cesse de la toucher, de sorte qu'il y a comme un espace vuide tout autour entre la poitrine & la chemise ; & alors les Côtes restent presque immobiles. On peut continuer ce serrement volontaire pendant un temps considérable, sans néanmoins discontinuer les réciprocations ordinaires de la respiration, qui alors ne sont extérieurement perceptibles que par un plus grand mouvement des Muscles du Bas-ventre.

3. Quoique par la volonté on puisse accélérer, augmenter, ralentir, diminuer ces vicissitudes, & qu'on ne puisse pas

les empêcher tout-à-fait, sans suffoquer & mourir; néanmoins on peut volontairement si fort dilater la Poitrine, en écartant les Côtes & en avançant le Sternum, qu'un habit médiocrement juste, devient étroit jusqu'au point de faire sauter les boutons ou de crever. Les Côtes restent aussi dans cet état comme immobiles, & on peut de même continuer cette dilatation volontaire pendant un temps considérable, sans discontinuer les réciprocatons ordinaires de la respiration, qui alors aussi ne se font sentir extérieurement que par les mouvements réciproques des Muscles du Bas-ventre, mais plus foibles que dans le cas précédent.

4. Pendant les efforts pour soutenir des fardeaux, pour pousser ou traîner quelque chose avec violence, on trouve le mouvement alternatif des Côtes très-petit, & quelquefois entièrement arrêté; on peut néanmoins continuer quelque temps ces efforts sans une diminution sensible de l'alternative ordinaire d'inspiration & d'expiration.

5. Le même phénomène paroît se trouver continuellement, mais comme maladie, dans ceux dont la pleure est ossifiée à l'entour, ou les Côtes anchylosées, comme on l'a observé par la dissection des Cadavres après la mort. On l'observe encore dans les Malades d'inflammation de la Poitrine. On y voit un grand mouvement de la voute du Bas-ventre, pendant qu'à peine on sent celui des Côtes, que la douleur oblige d'arrêter.

6. On peut volontairement tenir pendant quelque temps les Muscles du Bas-ventre par une violente contraction, roides, immobiles & comme enfoncés dans sa capacité, sans néanmoins empêcher l'alternative ordinaire de la respiration par le mouvement des Côtes, qui alors est plus grand & plus sensible que quand les mouvements réciproques des deux capacités, c'est-à-dire, de la Poitrine & du Bas-ventre, sont dans leur liberté ordinaire.

7. On peut aussi pendant quelque temps tenir la capacité du Bas-ventre fort poussé en avant, comme gonflé ou très-rempli, & néanmoins avec cela réciproquer la respiration

par le mouvement des Côtes, qui néanmoins est alors plus pénible que dans les autres phénomènes.

8. On peut, après une médiocre inspiration ou expiration, tenir la bouche fermée & les narines bouchées, sans respirer un nouvel air plus long-temps qu'à l'ordinaire, si pendant ce temps on a soin de mouvoir continuellement les Côtes comme quand on respire librement, & par ce moyen faire monter & descendre alternativement dans la cavité de la bouche & dans la Poitrine, l'air qui est resté enfermé.

9. Quand on fait lentement une grande expiration, on sent le ventre s'applatir par degrés ; mais quand on la fait précipitamment, comme quand on toussé, qu'on éternuë, qu'on chasse un amas de flegme hors de la poitrine, ou quand on la fait avec effort, comme en chantant d'un certain ton, &c. on sent dans le même instant le ventre poussé en devant, & devenir plus ou moins gonflé avec une espèce de dureté.

10. Les mouvements de respiration sont presque entièrement arrêtés pendant des efforts passagers plus ou moins violents, comme quand on souleve un fardeau pesant, on rompt une corde, on pousse par embas des excréments durs, on appuye fortement la main, &c.

11. Ce qui arrive aux mouvements ordinaires de la respiration, quand on baille, on crache, on mouche, on vomit, on éternuë, & par le hocquet, &c. Je ne parle point ici des effets particuliers qui arrivent au reste du corps par les contraintes forcées des mouvements ordinaires de la respiration, comme quand on se force à crier, à chanter, à pleurer, à sanglotter, à jouer de certains instruments à vent, &c.

12. On peut ajouter à ces phénomènes, ce que le serrement de la poitrine par les corps ou les corsets de femme, & ce que le serrement du ventre par les ceintures des poitillons étant en course, produisent par rapport aux mouvements ordinaires de la respiration.

Je rendrai, le mieux qu'il sera possible, raison de tous ces phénomènes, après mes Remarques sur les Propositions de Borelli ; qui concernent la mécanique du mouvement de la Respiration.

PROPOSITION LXXXIV.

Motus Inspirationis fit à Musculis intercostalibus & à Diaphragmate simul operantibus.

- » Le mouvement d'Inspiration se fait par les Muscles
 » intercostaux & le Diaphragme coopérants
 » ensemble.

N'ayant trouvé aucune difficulté dans les deux Propositions précédentes, dont la LXXXII.^e porte que les Pouxmons ne concourent à la Respiration que d'une manière purement passive, & la LXXXIII.^e marque en général que l'Inspiration dépend de l'action des Muscles, qui servent à rendre plus ample la cavité de la Poitrine, je les passe entièrement pour m'attacher à la LXXXIV.^e Proposition, dont je partagerai le Commentaire que Borelli fait là-dessus, en trois articles : le I. sur l'Inspiration en général par les Muscles intercostaux & le Diaphragme; le II. sur l'exclusion des autres Muscles, & le III. sur les deux rangées des Muscles intercostaux.

I. Article.

Borelli commence le Commentaire sur cette Proposition par attaquer l'opinion de ceux qui font dépendre de l'action du Diaphragme seul la Respiration douce & spontanée. Il fait observer que dans le repos nous sentons très-manifètement en nous-mêmes l'élévation des Côtes & du Sternum, & que nous la voyons très-clairement dans ceux qui dorment. De-là il prétend prouver que l'Inspiration ne se peut faire sans le secours des Muscles intercostaux, & que l'action du seul Diaphragme, au lieu de produire l'élévation des Côtes, l'empêcheroit plutôt, & même rétréciroit la cavité de la Poitrine, en tirant vers le centre toutes les Côtes auxquelles le Diaphragme est attaché, & en abaissant le Sternum auquel il tient aussi. Ensuite il conclut en général que pour l'Inspiration quelconque (*ad quamlibet inspirationem*) il faut

nécessairement le concours & l'action commune des Muscles intercostaux & du Diaphragme tout ensemble. Ce n'est pas seulement le mot *quamlibet* qui me fait dire qu'il conclut généralement, mais je suis encore plus porté à me le persuader par la dernière conclusion de tout ce Commentaire, comme on verra ci-après.

REMARQUES.

Si Borelli avoit prévu le 2, le 4 & le 5^{me} des phénomènes ajoutés ci-dessus, il n'auroit pas conclu d'une manière générale, que l'Inspiration ne se peut faire sans la coopération des Muscles intercostaux avec le Diaphragme. J'avois déjà avancé dans l'Exposition Anatomique (*Traité des Muscles*, n.^o 1166. & 1167.) « Que le mouvement du Diaphragme « se peut faire indépendamment de celui des Côtes, & par « conséquent sans le secours des Muscles qui les meuvent; qu'on « peut inspirer continuellement par le moyen du Diaphragme, « soit que les Côtes se meuvent, soit qu'elles restent immobiles, « soit que par leur moyen on tienne la Poitrine fort dilatée « pendant long-temps, soit que par le même moyen on la « tienne fort serrée ou rétrécie, & que cela n'empêche pas le « Diaphragme de faire ses mouvements en même temps ». Alors je ne m'étois proposé que de faire la simple exposition de ce que je venois d'avancer, m'étant réservé pour une autre occasion de le prouver par les phénomènes que j'ai rapportés ici, & par l'explication anatomique de ces phénomènes. Je conviens avec Borelli, que l'inspiration se fait naturellement & pour l'ordinaire par l'action des Muscles intercostaux avec celle du Diaphragme, mais non pas que le concours des intercostaux soit nécessaire à toute inspiration, ou, ce qui revient au même, que l'inspiration ne se puisse faire par le Diaphragme sans le secours des intercostaux. Pour mieux entrer dans le détail de l'éclaircissement sur ce premier article du Commentaire de Borelli, il faut auparavant rapporter le contenu du second.

II. Article de la LXXXIV.^e Proposition.

Borelli marque ici, comme en passant, qu'il lui paroît impossible que les deux rangées de Fibres qui se croisent dans les Muscles intercostaux, aient différents usages; sçavoir, que les unes servent à dilater la Poitrine & à l'inspiration, & que les autres serrent la Poitrine, & produisent l'expiration. Et après avoir rapporté deux raisons par lesquelles il prétendoit en montrer l'inconvénient, il termine ainsi cet article: Il faut donc dire que toutes les Fibres croisées qui attachent deux Côtes voisines, produisent un seul effet, sçavoir le serrement & l'approximation mutuelle de ces Côtes, ce qui se fera par la même nécessité par laquelle des fils obliques inclinés vers les parties opposées, soulèvent perpendiculairement à l'horison le poids auquel ils sont attachés. *Decendum est igitur quod omnes fibræ decussatæ proximas costas colligentes, unicum effectum producant, constrictionem nempe & mutua approximationem eorumdem costarum; quod efficitur eadem necessitate, quæ obliquis filis inclinatis ad oppositas partes trahitur pondus appensus per directionem perpendicularem ad horizontem, ut supra ostensum est.*

REMARQUES.

Comme Borelli traite encore des Muscles intercostaux dans la XC.^e Proposition, il me paroît plus convenable d'y renvoyer mes Remarques sur ces Muscles.

III. Article de la LXXXIV.^e Proposition.

Ensuite Borelli combat le sentiment, que les deux rangs des Muscles intercostaux ont différents usages. Mais comme ce qui suit cet article a plus de liaison avec le premier, j'en ferai le second, & je remettrai pour le troisième son raisonnement particulier sur les Muscles intercostaux.

Qu'après cela, dit Borelli, il faille avoir recours aux six Muscles dentelés pour faire l'inspiration violente, je n'oserois l'assurer; car les deux grands Dentelés étant attachés à la base
des

des Omoplates, tirent plutôt l'Omoplate en bas que les Côtes en haut. Les deux Dentelés postérieurs-supérieurs paroissent redresser les trois Vertèbres du Col auxquelles ils sont attachés. Les Dentelés postérieurs-inférieurs, selon l'aveu des Anatomistes modernes, resserrent la Poitrine, & par conséquent ne servent point à l'inspiration. Reste uniquement le Triangulaire du Sternum qu'on peut compter parmi les intercostaux.

Les autres Muscles de la Poitrine, continuë Borelli, ne servent pas à l'inspiration, comme l'avouent tous les Anatomistes. Ceux de l'Abdomen peuvent seulement serrer (*constringere*) le Bas-ventre, pousser vers en haut les Viscères qui y sont renfermés, & par-là empêcher la descente du Diaphragme & la dilatation de la Poitrine, & ainsi produire l'expiration plutôt que l'inspiration. C'est ce que nous éprouvons, dit-il, en nous-mêmes par le Tact; car dans le mouvement de secousse par la Toux, le Bas-ventre devient serré (*stringitur*) par les Muscles, non pas dans le moment que par l'inspiration nous faisons entrer une grande quantité d'air, mais quand après cela nous faisons avec beaucoup d'impétuosité l'expiration & l'expulsion de l'air, afin que moyennant cette expulsion rapide les flegmes se détachent de la Trachée, & soient chassées dehors par le crachement.

Donc, conclut-il, à l'exclusion de tous les autres Muscles, restent seulement les intercostaux avec le Diaphragme auxquels l'action de l'inspiration convienne (*quibus actio inspirationis competat*).

Et je ne me mets pas en peine, continuë-t-il, de l'opinion vulgaire, que pour faire l'inspiration la plus violente (*violentissimam*) les Muscles intercostaux avec le Diaphragme ne pourroient suffire sans le secours des Muscles pectoraux (c'est ainsi qu'il nomme en général les Muscles qui environnent la Poitrine); car je vois que les mêmes Muscles de la Main qui soutiennent le petit poids d'une once, peuvent aussi soutenir le grand poids de cent livres, & que les Muscles de la Mâchoire, qui employent peu de force pour mâcher du pain

74 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
mollet, en employent une très-grande pour casser les os durs; laquelle diversité ne dépend pas de la multitude ou pluralité inégale des Muscles, mais seulement de l'inégale force mouvante par laquelle ces mêmes Muscles sont en action (*agitantur*).

De tout ceci, dit à la fin Borelli, il est permis de conclurre que le mouvement d'inspiration, soit douce & naturelle, soit violente, se fait seulement par les Muscles intercostaux & le Diaphragme, opérants ensemble. *Ex his omnibus concludere licet, quod motus inspirationis, sive placidus & naturalis, sive violentus, perficitur solummodo à musculis intercostalibus & à diaphragmate simul operantibus.*

R E M A R Q U E S.

Pour bien éclaircir les différents points qui se présentent dans ces trois articles, il est d'abord fort à propos d'examiner avec toute l'exactitude, par l'Anatomie, les usages des autres Muscles qui, outre les intercostaux & le Diaphragme, sont aussi attachés aux Côtes, & cela pour sçavoir si quelques-uns de ces usages, & lesquels peuvent, d'une manière ou d'autre, plus ou moins influer sur le mouvement des Côtes, ou y concourir, soit pendant l'action des Muscles intercostaux, soit indépendamment de l'action de ces Muscles.

Borelli, comme on vient de voir, parle des grands Dentelés, des Dentelés postérieurs-supérieurs, des Dentelés postérieurs-inférieurs, & des Muscles de l'Abdomen ou Bas-ventre. Il y fait aussi mention du Muscle triangulaire, mais il le met au rang des Muscles intercostaux. Il faut encore y ajouter les Scalenes, les grands Pectoraux, les petits Pectoraux, les Souclaviers, les longs Dorfaux, les Sacro-lombaires, les quarrés des Lombes, & même les Surcostaux, appelés communément les Releveurs des Côtes, & les Soucostaux. Mais comme il ne s'agit pour le présent que du mouvement de l'inspiration, je me bornerai dans cet article aux Scalenes, aux Souclaviers, aux grands Dentelés, aux grands Pectoraux, aux petits Pectoraux, aux grands Dorfaux, & aux Dentelés

postérieurs-supérieurs; réservant pour la Proposition XC. les Surcostaux, les Intercostaux, & le Diaphragme, après des remarques sur l'artifice des Côtes, & sur la comparaison que Borelli en fait avec des arcs ou demi-cercles appuyés obliquement sur une muraille.

Je renverrai pour les Propositions suivantes, qui regardent l'Expiration en particulier, les autres Muscles, sçavoir, les Soucostaux, les Sternocostaux, appelés communément le Triangulaire, les Dentelés postérieurs-inférieurs, les Muscles de l'Abdomen ou du Bas-ventre, les Sacro-lombaires, les longs Dorsoaux, & les quarrés des Lombes.

Je finirai cette matière par l'Anatomie comparée dans les Remarques sur la XCV. Proposition de Borelli, où il en donne quelques exemples d'une manière très-succincte.

I. LES MUSCLES SCALENES. Il y en a communément quatre, deux à chaque côté, placés latéralement le long des vertèbres du col, différemment attachés ensemble aux apophyses transverses de ces vertèbres par plusieurs extrémités, & ensuite aux deux Côtes supérieures de chaque côté par quatre portions plus ou moins partagées, sçavoir, par deux portions à la première Côte, & par deux à la seconde. J'avois d'abord placé dans mon Exposition Anatomique, (*Traité des Muscles*, n.º 674.) les Scalenes sous le titre des Muscles qui servent aux mouvements de la Respiration; mais en parlant de leurs usages, n.º 1152, je les ai renvoyés parmi ceux qui servent aux mouvements du col, comme on le peut voir, n.º 1192, & cela principalement à cause de la roideur naturelle de la portion cartilagineuse de la première Côte, & à cause de la sôndure intime de ce gros & large cartilage avec le haut du Sternum; deux particularités qui ne se trouvent pour l'ordinaire aux portions cartilagineuses des autres Côtes, que par accident, & dans les Vieillards.

J'ai manqué alors de restreindre cette remarque à la première Côte de chaque côté, & aux portions du premier Scalene ou Scalene antérieur; car les portions du second, ou postérieur, étant attachées à la seconde Côte de chaque côté,

& le cartilage de cette Côte étant assés mobile, tant par sa flexibilité que par son articulation libre avec le Sternum, ces portions du second Scalène pourroient concourir & aider à soulever & à soutenir dans l'inspiration la seconde Côte, mais non pas la première. J'ai de plus fait attention, que les attitudes mêmes, qui alors m'y avoient paru contraires, (n.º 1152.) n'empêchent pas tant ces portions d'agir par les plus inférieures de leurs attaches aux vertebres du col. D'ailleurs, on s'efforce ordinairement dans les inspirations pénibles & profondes, de tenir le col plus ou moins dressé, & comme porté en arrière. Ainsi voilà deux Muscles qui paroissent ne pas devoir être totalement exclus du nombre de ceux qui servent au mouvement de l'inspiration.

2. LES MUSCLES SOUCLAVIERS. Je crois avoir démontré assés solidement dans mon Mémoire de l'année 1726, sur les mouvements ordinaires de l'Epaule, p. 190, &c. la nullité entière de leur usage pour la respiration, & cela à raison de leurs attaches aux gros cartilages immobiles des premières Côtes, dont je viens de parler, & à raison de leur direction, comme on le peut voir plus au long dans le Mémoire cité.

3. LES GRANDS DENTELÉS. J'ai exposé très-amplement la structure & les attaches de ces Muscles dans les Mémoires de l'année 1719, p. 60, &c. où après avoir dit, que parmi les plus célèbres Anatomistes, les uns les destinent au mouvement des Côtes, les autres à celui des Omoplates, & quelques-uns à tous les deux, je me suis borné à marquer en général, que le développement exact de leur structure, de leurs attaches, & de la direction de leurs fibres, m'avoient paru en faire la décision.

Et après avoir répété la même remarque générale dans les Mémoires de 1726, p. 186, & démontré que ces Muscles ne servent qu'aux mouvements de l'Omoplate, je me contentois alors d'avoir fait entrevoir par ces deux Mémoires, que la plus grande & la plus forte portion de chacun de ces deux Muscles est tellement disposée, qu'elle ne peut absolument

pas lever les Côtes, & que la petite portion, qui dans quelques sujets, semble pouvoir lever les dernières de ces Côtes, est très-mince, très-foible, & est à peine la dixième partie de chacun de ces Muscles.

Je ne me suis pas non plus étendu là-dessus dans l'exposition Anatomique du Corps humain, (*Traité des Muscles*, n.º 209) où je marque seulement que l'on voit par tout ce que j'y venois de dire, que le Muscle grand Dentelé ne peut pas servir à la respiration.

Cela paroît très-évidemment & très manifestement dans le Sujet même, sur-tout étant disséqué de la manière que j'ai proposée à la fin du Mémoire de 1719, p. 53. Mais parmi toutes les Figures que l'on a données dans les Tables Anatomiques, tant modernes qu'anciennes, je n'en ai pas trouvé une seule, qui puisse suffire pour le démontrer. J'ai exposé au même endroit de ce Mémoire, l'inconvénient de la dissection ordinaire, & je trouve la même difficulté pour en donner une figure satisfaisante, à moins de suivre la même idée, & n'y pas représenter toute l'étendue de l'Omoplate, qui couvre une grande partie de l'arrangement particulier des fibres de ce Muscle, mais uniquement en marquer la position postérieure, appelée communément la base de l'Omoplate, à laquelle toutes ces fibres sont attachées.

Mais pour revenir à son usage, un peu d'attention sur le croisement de ses fibres & de ses bandes charnuës avec la plupart des Côtes, fera, ce me semble, assez comprendre qu'il ne peut point servir au mouvement de l'inspiration. Car les fibres & les bandes dont les attaches occupent les trois premiers quarts de la base de l'Omoplate, montent obliquement & croisent par degrés les Côtes supérieures. Celles qui suivent, & dont les attaches occupent le dernier quart de la même base, vont moins obliquement, & quoiqu'elles deviennent de plus en plus transversales, elles croisent aussi les Côtes suivantes, parce que ces Côtes sont à contre-sens plus obliques de haut en bas que les précédentes. Les dernières ou les plus inférieures de ces bandes charnuës, & qui sont

très-minces, deviennent par degres de plus en plus conformes à la direction des côtes ; & dans quelques sujets la dernière de toutes paroît tant soit peu croiser la pénultième de ces Côtes, & descendre acontre-sens pour s'attacher à la dernière.

On voit par cet abrégé, dont on trouve le détail plus au long dans le Mémoire de 1-26, & dans l'Exposition Anatomique du Corps humain, que la plus grande portion de ce Muscle est disposée comme pour abaisser les Côtes, qu'une bonne partie ne peut ni hausser ni baisser les Côtes auxquelles elle est attachée, & que les dernières bandes, quand même elles descendroient un peu plus bas que les précédentes, ne le peuvent pas non plus n'étant pas allés éloignées par leur direction, & étant trop faibles pour pouvoir contre-balancer les Muscles du Bas-ventre, qui sont attachés aux mêmes Côtes, & avec lesquels elles sont entrelacées par des digitations réciproques. D'ailleurs l'Omoplate est trop vacillant, sur-tout son angle inférieur, pour pouvoir servir de point fixe, sur lequel le grand Dentelé pût agir dans le mouvement des Côtes.

Le Muscle Rhomboïde, diroit-on, qui attache la base de l'Omoplate aux Vertèbres, pourroit fixer l'Omoplate, & en le tirant obliquement de bas en haut vers les Vertèbres, lui faire tirer par la même direction les dernières bandes du grand Dentelé, & par ce moyen hausser au moins les dernières Côtes. Mais on verra encore par ce que j'ai dit plus au long dans le même Mémoire de 1-26, que le Rhomboïde, muscle très-mince, n'est qu'un auxiliaire du grand Dentelé, dont il dépend principalement de fixer l'Omoplate, & cela par sa grande portion qui est attachée aux Côtes supérieures ; & qu'ainsi toutes ces Côtes supérieures seroient alors tirées en bas par la plus grande & la plus forte portion du grand Dentelé, pour qu'en même temps les dernières Côtes pussent être tirées en haut par la plus faible partie de la petite portion du même Muscle. En un mot, j'ai démontré dans le Mémoire cité, que les grands Dentelés ne servent qu'aux mouvements ordinaires de l'Omoplate, sans aucune relation avec les mouvements de la respiration ; ce qui paroît évidemment par

l'exemple que j'y ai cité de leur usage dans les quadrupèdes, quand ils sont debout sur les quatre pattes & quand ils marchent ; car alors la portion antérieure de leur corps est suspendue entre ces deux Muscles comme en écharpe, ou comme dans le creux d'un lit de fangle plié à moitié.

Tout ceci prouve que les grands Dentelés sont avec raison exclus par Borelli, du mouvement des Côtes pour l'inspiration, quoiqu'attachés à la plupart des Côtes.

4. LES GRANDS PECTORAUX. Ce sont deux grands Muscles rayonnés qui couvrent presque tout le devant de la Poitrine depuis les clavicules & le long du Sternum, d'où ils vont en se retrécissant vers le creux de l'aisselle de chaque côté, & s'attachent à l'os du bras à quelque distance au-dessous de son articulation avec l'Omoplate. Outre leurs attaches aux clavicules, ils sont attachés par portions séparées ou digitations aux cartilages & aux extrémités osseuses de toutes les vraies Côtes, de la première des fausses, & quelquefois de la seconde. Par cet arrangement de leurs digitations ou bandes, ils croisent les Côtes supérieures de bas en haut, & les inférieures à contre-sens de haut en bas, & cotoient plus ou moins celles qui tiennent le milieu.

Il paroît évidemment par cette disposition, & encore plus par le défaut de point fixe du côté du bras, que les grands Pectoraux ne peuvent servir au mouvement des Côtes, ni pour la respiration en général, ni pour l'inspiration en particulier.

5. LES PETITS PECTORAUX. Ce sont deux petits Muscles rayonnés, dont chacun est attaché aux extrémités osseuses de la seconde, troisième & quatrième des vraies Côtes par autant de digitations séparées, de-là ils montent obliquement, & en se rétrécissant vers le haut de l'Omoplate, & s'attachent au bec coracoïde par un tendon court & fort. On a voulu mettre ces deux Muscles au nombre de ceux qui servent à la respiration, s'imaginant qu'en certains cas on pourroit tenir l'Épaule assez ferme pour servir de point fixe à ces Muscles, & par-là lui faire lever les Côtes. Mais comme le grand

Dentelé est le principal organe pour fixer ou arrêter l'Omo-plate, & que cela dépend en partie de ses attaches aux mêmes Côtes, par lesquelles attaches il empêcheroit alors l'élévation des Côtes, il paroît assez évident que les efforts du petit Pectoral seroient inutiles. Par conséquent c'est aussi avec raison que Borelli exclut les petits Pectoraux du mouvement de l'inspiration.

6. LES GRANDS DORSAUX. Ce sont aussi des Muscles rayonnés, qui depuis leur attache étroite à l'Os du bras, descendent en s'épanouissant sur le bas du dos, sur la région lombaire, & sur les hanches. Il s'attache outre cela par des digitations aux trois, & quelquefois aux quatre dernières des fausses Côtes. Ces attaches se rencontrent & s'entrelacent avec les dernières digitations du Muscle oblique externe, ou grand oblique du Bas-ventre.

172629. 57
Acad. 1726.
P. 195.

J'ai dit dans mon Mémoire de 1726, que la connexion de ce Muscle avec les fausses Côtes, fait que la respiration est gênée, quand par son moyen on tire (pousse) avec effort le bras en bas pour appuyer la main sur quelque chose; par exemple, quand on imprime un cachet, & quand on s'appuie par la main sur une canne un peu basse ou courte, & l'avant-bras tendu en bas. Mais il ne paroît pas pour cela que ce Muscle puisse contribuer au mouvement ordinaire de l'inspiration par l'élévation des Côtes auxquelles il est attaché, si l'on fait attention que le bras par sa grande mobilité, & par son exposition fréquente à toutes sortes de mouvements, n'est pas en état de pouvoir lui servir de point fixe pour tirer les Côtes en haut, & le faire concourir à l'inspiration, excepté peut-être quand on hausse les épaules pour faire une inspiration profonde; car pendant qu'on demeure suspendu par les bras, comme en grimpant, &c. les attaches de ce Muscle aux dernières Côtes, sont contre-balancées par leur rencontre & entrelacement avec les attaches du grand Muscle oblique à ces mêmes Côtes, de sorte que dans ce cas-là, ces Côtes ne montent ni ne descendent, & cette portion du grand Muscle oblique devient comme la continuation ou l'allongement de la portion

la portion dentelée du grand Dorsal ; & par conséquent, ces deux portions font ensemble l'office d'une seule corde attachée par un bout à l'os du bras, & par l'autre bout sur le devant de l'os du bassin. La même chose se trouvant sur les deux côtés, il en résulte, que dans l'attitude mentionnée, le corps est suspendu comme en équilibre par quatre cordages, sçavoir en devant par les deux composés dont je viens de parler, & en arrière par les deux autres portions correspondantes des mêmes grands Dorsaux. Je n'avois pas encore fait cette remarque, ni dans le Mémoire de 1726, ni dans l'Exposition Anatomique.

Tout ce que je viens de faire remarquer sur ces Muscles, paroît encore assez prouver qu'ils ne font rien au mouvement ordinaire de l'inspiration, & que leur exclusion par Borelli, est juste.

7. LES DENTELÉS POSTÉRIEURS-SUPÉRIEURS. Ce sont des Muscles bien minces, attachés chacun par une aponévrose large aux deux ou trois dernières Vertèbres du Col, & aux deux Vertèbres supérieures du Dos, d'où ils vont obliquement en bas s'attacher pour l'ordinaire aux trois ou quatre des Côtes supérieures au-dessous de la première Côte, & cela par autant d'extrémités séparées, appelées digitations ou dentelures : par cette disposition, ils paroissent pouvoir aider à lever ces Côtes, & ainsi servir à l'inspiration. Si dans quelques sujets il s'en trouve une portion attachée à la première Côte, elle paroîtroit plutôt servir aux Vertèbres du Col qu'à cette Côte, qui à cause de la largeur de sa portion cartilagineuse, & de sa connexion intime avec le Sternum, est presque immobile.

Borelli ne parle que de leur attache aux trois Vertèbres du Col, & apparemment n'avoit-il pas fait attention sur leurs attaches aux Vertèbres du Dos, ou pour mieux dire, peut-être n'en avoit-il pas eu connoissance ; car il les auroit, pour le moins en partie, exemptés de l'exclusion générale par laquelle il termine la LXXXIV.^e Proposition.

Ainsi de sept paires de Muscles attachés aux Côtes, en voilà deux dont quelques portions peuvent concourir à

l'inspiration avec les intercostaux & le Diaphragme, comme il sera démontré ci-après par l'Anatomie comparée.

Les Remarques que je pourrois faire sur cet article, seront mieux placées avec celles que je ferai sur la XC.^e Proposition, où Borelli en parle encore, & s'étend en particulier sur la mécanique des Côtes auxquelles ces Muscles sont attachés.

*Propositions LXXXVI. LXXXVII. LXXXVII.
LXXXVIII. & LXXXIX.*

Borelli avertit à la fin de la LXXXIV.^e Proposition, que pour faire comprendre l'opération mécanique de la Respiration, il sera nécessaire de faire précéder quelques Lemmes. C'est ce qu'il fait dans les cinq Propositions suivantes, & expose dans la dernière, ou LXXXIX.^e l'exemple de deux rangées d'arcs élastiques, arrêtées vis-à-vis l'une de l'autre par un bout à une colonne ou à un mur, & par l'autre bout à une pièce mobile, qu'il appelle *Lignum amovibile*, de manière que ces arcs soient inclinés sur la colonne, & que les deux rangées soient inclinées l'une vers l'autre. Sur cela il dit, 1.^o Que les sommets de ces arcs étant tirés en haut avec effort, les deux rangées s'écarteront l'une de l'autre; ce qui augmentera en largeur leur intervalle. 2.^o Que ces mêmes sommets étant tirés obliquement vers leurs parties internes, c'est-à-dire, en dedans les uns vers les autres, en obligeront les extrémités mobiles de se redresser un peu; ce qui éloignera de la colonne ferme ou du mur la pièce mobile, & par-là rendra plus grand l'espace ou intervalle entre la colonne ou le mur & la pièce. 3.^o Que les extrémités attachées à la colonne ferme, ou au mur, ne pouvant pas suivre ces mouvements forcés, les autres extrémités qui sont attachées à la pièce mobile, seront par le même effort obligées de monter plus haut, & feront aussi monter avec elles la pièce mobile; ce qui augmentera en hauteur ou profondeur l'espace compris entre la colonne ferme, les deux rangées des arcs & la pièce mobile. 4.^o Que ces arcs n'étant plus forcés ou comprimés, reprendront leur

affiette ou situation ordinaire, ce qui referrera de nouveau tous ces intervalles. Ce que Borelli démontre plus au long par plusieurs Figures.

Après cela Borelli termine la Proposition LXXXIX, qui est la dernière des cinq mentionnées ci-dessus, par ces paroles : *His præmissis, facile modum mechanicum, quo inspiratio absolvitur, exponemus.*

C'est ce qui me détermine à remettre aussi mes Remarques là-dessus après la Proposition suivante, pour mieux confronter la mécanique de ces arcs avec la mécanique des Côtes, & avec celle de leurs mouvements par les Muscles dans l'Inspiration.

PROPOSITION XC.

Contractis Musculis intercostalibus unà cum Diaphragmate, necessariò Pectoris cavitas ampliari, & aër inspirari debet.

» Les Muscles intercostaux & le Diaphragme étant
 » conjointement en contraction, la cavité de la
 » Poitrine doit nécessairement devenir plus ample,
 » & l'air doit y entrer par l'Inspiration.

Borelli, pour expliquer cette Proposition, employe présentement les mêmes Figures qu'il vient d'employer pour la démonstration du mécanisme des Arcs. Il compare les Côtes avec ces Arcs par rapport à leur courbure, leur forme & leur ressort ; il compare l'Épine du Dos avec la colonne ferme ou le mur, & le Sternum avec la piece mobile.

Pareillement, dit-il, les extrémités postérieures des Côtes sont attachées fermement (*tenaciter affiguntur*) aux Vertèbres qui forment la colonne de l'Épine ; leurs extrémités antérieures & cartilagineuses tiennent moins fermement au Sternum qui est mobile, & peuvent à cause de cela facilement se laisser fléchir, soulever & s'écarter conjointement avec le Sternum qui est mobile. Les douze Côtes de chaque côté

forment deux rangées tournées en bas, & également inclinées sur le plan compris entre l'Épine du Dos & le Sternum.

Les Muscles intercostaux croisés étant en action, tirent vers en haut par leur contraction les circonférences des Côtes; ce qui élargit, dit-il, la cavité de la Poitrine, en augmentant la distance entre les deux côtés. Le Sternum monte sensiblement vers en haut avec les Côtes, & par-là il s'éloigne de la colonne stable de l'Épine; d'où il s'ensuit que la cavité de la Poitrine augmente en deux sens, savoir depuis le côté droit jusqu'au côté gauche, & depuis la partie postérieure de la Poitrine jusqu'à la partie antérieure. Reste seulement la hauteur ou profondeur de la Poitrine, qui, selon Borelli, augmente aussi de la manière suivante :

La circonférence du Diaphragme, continuë Borelli, étant attachée aux Vertèbres, aux extrémités osseuses & cartilagineuses des Côtes inférieures & au Sternum, & le centre de ce même Diaphragme étant suspendu par le Mediaſtin & par le Péricarde, il en résulte dans ce Muscle, quand il agit par le raccourciſſement de ses demi-diamètres fibreux (*decurtando ſemi-diametros fibroſas*) deux effets : 1.^o Les extrémités cartilagineuses flexibles des Côtes inférieures, étant tirées vers l'Abdomen, le Diaphragme devient tendu, & la hauteur ou profondeur de la Poitrine s'allonge vers le Bas-ventre, & par-là il se fait une compensation de la petite élévation de la Poitrine vers la gorge. 2.^o Le Diaphragme étant abaissé, perd sa courbure & s'aplanit, ce qui augmente nécessairement la capacité de la Poitrine, & en rend la figure semblable à un sphéroïde ou à un œuf coupé par le milieu, &c. Donc par l'action des Muscles intercostaux & du Diaphragme, la cavité de la Poitrine doit nécessairement s'élargir, l'air par sa pesanteur & son ressort s'insinuer dans la Poitrine viduë (*exinanitum*), & le mouvement de l'inspiration s'exécuter.

REMARQUES.

I. Article : sur les Côtes.

Borelli ayant considéré que la cavité de la Poitrine, pour faire le mouvement d'inspiration, augmente plus ou moins, en trois différents sens, sçavoir de côté & d'autre, de derrière en devant, & en profondeur ou hauteur, a ingénieusement inventé la machine des Arcs élastiques, posés & attachés de la manière que je viens de rapporter, & a cru en pouvoir faire l'application aux Côtes, pour expliquer leur mouvement simultanée en plusieurs sens différents. J'ai fait voir par mon Mémoire de 1720, que la mécanique naturelle & très-simple de l'articulation particulière des Côtes produit seule cet effet, & le peut même produire indépendamment de leurs portions cartilagineuses. Car j'ai averti exprès à la fin de ce Mémoire, que je me bornerois alors aux portions osseuses des Côtes, & en réservoïs le reste pour une autre occasion.

La mécanique artificielle de Borelli ne me paroît aucunement pouvoir s'accorder avec la mécanique naturelle des Côtes, & je suis persuadé que si ces petites circonstances que j'ai fait remarquer, & qui d'ailleurs sont très-visibles, avoient été considérées, ni lui, ni personne après lui, n'auroit employé de cette façon l'exemple des Arcs élastiques pour expliquer ce mouvement particulier des Côtes. Mais pour me mieux faire entendre, il sera nécessaire d'éclaircir auparavant ce que j'ai avancé trop succinctement là-dessus dans le Mémoire de 1720. Je m'y suis contenté de faire faire attention à l'articulation ginglymoïde ou en charnière des extrémités postérieures des Côtes, à l'obliquité des deux plans latéraux de l'Épine du Dos, sur lesquels ces extrémités ginglymoïdes ou charnières roulent, à l'obliquité ou l'inclinaison de la plupart des Côtes, & à leur courbûre en arrière; mais je ne m'y suis pas bien expliqué sur l'obliquité de ces charnières sur les mêmes plans obliques, pour faire comprendre ce que j'avois inféré de-là, en disant que « cette disposition produit trois

„ fortes d'écartement quand on leve les Côtes, & autant de
 „ rétrécissement quand on les rabbaïsse ». Car sans cette obli-
 quité des articulations ginglymoïdes, le mouvement des
 Côtes n'auroit pas pû se faire en trois sens différens, comme
 j'ai dit, mais uniquement en deux. Il n'y a rien de si facile
 que de le montrer dans le Sujet naturel ou sur le Squelette,
 mais il est difficile d'en faire la description d'une manière
 bien intelligible, & il sera plus aisé par quelque changement
 de la Machine de Borelli que par des Figures sur le papier,
 de représenter la disposition de ces trois obliquités, & les
 trois directions du mouvement qu'elles produisent. L'obli-
 quité ou la déclinaison des Côtes paroît clairement dans la
 figure d'un Squelette vû de côté. L'obliquité des deux plans
 vertébraux, & des articulations ginglymoïdes des Côtes sera
 bien représentée par la figure d'une coupe du Thorax paral-
 lele au plan des Côtes, & même par la figure d'une des Verte-
 bres vûë par sa face ou largeur supérieure, avec deux Côtes
 attachées & vûës aussi par leur bord supérieur. Mais c'est
 l'obliquité de l'axe des charnières ou articulations gingly-
 moïdes qu'il sera difficile d'exprimer avec le reste de ces Côtes
 par une figure qui fût à la portée de tout le monde.

A l'égard du changement qu'on pourroit faire de la Ma-
 chine de Borelli pour la rendre plus convenable, ce seroit
 d'en former la colonne comme un Prisme à trois faces, de
 faire seulement deux arcs courbés par un bout comme les
 Côtes, d'appliquer ces deux bouts à deux de ses faces en
 manière de charnières posées obliquement comme les arti-
 culations des Côtes, & de faire incliner en bas tout le reste
 de ces deux arcs, comme les mêmes Côtes. Avec cette Ma-
 chine simple, de même qu'avec deux Côtes d'un Squelette
 attachées à deux Vertèbres comme dans l'état ordinaire, on
 peut imiter très-exactement, & sans aucun effort, les trois
 directions simultanées d'un même mouvement. Car en te-
 nant verticalement la colonne artificielle, ou les deux Ver-
 tèbres naturelles, & levant peu-à-peu les arcs ou les Côtes,
 on verra, 1.^o Que ces deux arcs s'écarteront latéralement

l'un de l'autre, & par-là feront ce qu'on a prétendu expliquer par le mouvement de deux demi-cerceaux inclinés à l'opposite, & posés par leurs extrémités sur le même plan. 2.^o On verra que les extrémités libres de ces deux arcs s'éloigneront de la colonne, & par-là feront ce qu'on a voulu montrer, en représentant les deux Côtes comme faisant ensemble un cerceau presqu'entier attaché par les deux bouts aux Vertèbres. 3.^o On verra qu'à mesure qu'on leve ces deux arcs ou ces deux Côtes, les mêmes extrémités libres s'éloigneront plus l'une de l'autre, qu'elles s'éloigneront toutes deux de la colonne ou des Vertèbres, & qu'elles monteront plus haut que le reste de leur étendue.

Ce que je viens de faire remarquer sur la disposition & la connexion des portions osseuses des Côtes, suffiroit seul pour montrer que la Machine de Borelli ne s'accorde point avec celle des Côtes. Il avoit bien vû les doubles attaches des extrémités postérieures des Côtes, mais n'ayant pas fait attention à leurs charnières, ni à la double obliquité de ces charnières, il avoit seulement regardé les doubles attaches comme des moyens d'arrêter fixement la connexion des Côtes avec les Vertèbres, à peu-près comme les arcs de sa Machine étoient fixement arrêtés sur le mur ou sur la colonne. Ainsi comme il falloit quelque effort pour lever le sommet des arcs inclinés de sa Machine, pour les écarter latéralement, & que leurs extrémités attachées au mur ou à la colonne, n'obéissant pas à cet effort, ces autres extrémités plus libres s'y prêtoient, & par-là non-seulement éloignoient du mur ou de la colonne la pièce mobile, à laquelle elles étoient attachées, mais la faisoient aussi monter plus haut; pareillement selon cette idée les Côtes étant fermement attachées aux Vertèbres par leurs extrémités postérieures, & étant tirées par l'effort des Muscles intercostaux, devroient prêter par l'élasticité du reste de leur étendue, & par ce moyen éloigner des Vertèbres, & en même temps faire monter les extrémités antérieures avec leurs cartilages & le Sternum. Toutes ces contraintes ne se trouvent pas dans le naturel,

l'obliquité des plans vertébraux , & l'obliquité particulière des charnières ou ginglymes des Côtes sur ces mêmes plans, renferment tout le secret de cet artifice.

Vesale avoit déjà très-bien remarqué l'obliquité de la charnière des Côtes dès l'an 1543, dans la première édition de son grand ouvrage, où il en parle comme d'une chose qu'il présumoit être connuë de tout le monde, quand même il n'en auroit rien dit. Il a ôté cette expression dans la seconde édition de 1555, & seulement averti, que cela n'étoit pas à négliger. Cependant quoiqu'il ait encore écrit plusieurs années après, il n'en avoit pas marqué l'usage, ni celui d'une autre très-belle observation, qu'il a donnée aux mêmes endroits sur les cavités ou fossettes articulaires des apophyses transverses des Vertebres du Dos, sçavoir, que dans les Vertebres supérieures, ces fossettes sont comme par degrés inclinés de haut en bas; que dans les inférieures, elles le sont de bas en haut; & que dans celles du milieu, elles le sont moins à proportion. Je rendrai dans un autre temps raison de cette différence.

Environ un Siècle après Vesale, plusieurs célèbres Physiciens, Malpighi, Swammerdam, Lamisverde, Mayow, Thruston, Ent, &c. publièrent en peu de temps, par différens Traités; des Opinions très-différentes sur la Respiration, dans lesquelles ils se sont plus attachés à ce qui regarde les poumons, l'air & le sang, qu'à ce qui regarde en particulier la mécanique des Côtes, dont ils n'ont presque parlé que selon l'idée ordinaire. Cependant Mayow dans son Traité sur la même matière, a fait observer, comme en passant, & en peu de mots, par une figure mal représentée, que les Côtes au moyen de leur double articulation avec les Vertebres, sont tellement disposées, qu'elles peuvent être tirées en haut par les Muscles intercostaux, sans être tirées en même temps en dehors. Il adjoute que ces articulations & leur obliquité sont plus manifestes dans le Squelette du Mou-ton & du Cheval, que dans celui de l'Homme.

Mais en comparant ce que Mayow avance ici, avec ce qu'il

qu'il dit dans le paragraphe suivant, sur l'articulation angulaire des portions cartilagineuses des Côtes avec le Sternum, il paroît allés que comme par l'obliquité de l'articulation des Côtes avec le Sternum, il entend simplement leur connexion angulaire avec cet os, de même que par l'obliquité de la double articulation des Côtes avec les Vertebres, il entend seulement leur connexion angulaire avec ces os. Cela paroît encore plus par l'expression équivalente dont il se sert dans le latin pour marquer l'usage de l'une & de l'autre de ces obliquités. Il dit de la première, sçavoir, celle de l'articulation des Côtes avec les Vertebres : *Sam verò si supponamus . . . Costam eam, binis articulationibus spinæ connexam . . . sursum moveri, facile est conceptu, Costam eam . . . respectu Pectoris. extrorsum latum iri.* Il dit de la seconde, c'est-à-dire, de l'obliquité de la connexion des Côtes avec le Sternum, où l'articulation est simple, & non pas double comme aux Vertebres : *Obliquitas autem ista eò spectat, ut Costæ extendantur & extrorsum in orbem trahantur.*

Mais pour revenir à mes remarques, je crois avoir encore trouvé un autre usage de la double articulation des Côtes avec les Vertebres. C'est un nouvel examen de la première paire des vraies Côtes qui m'y a conduit. Ces Côtes ne sont pas articulées chacune à deux Vertebres, comme les huit ou neuf Côtes suivantes, mais seulement avec la première Vertebre du Dos, & cela néanmoins par charnière ou double connexion ; elles y sont articulées sur deux plans vertébraux obliques comme les autres Côtes, quoique l'axe de leurs charnières ou doubles connexions y soit moins oblique. L'extrémité antérieure de chacune de ces deux premières Côtes est très-large, & leur portion cartilagineuse n'est pas seulement large à proportion, mais très-courte, fort épaisse, intimement unie ou soudée avec la première pièce du Sternum, & prête fort difficilement.

Après avoir examiné de nouveau ces particularités déjà connues, voici ce que je crois y avoir observé : 1.° Que ces deux premières Côtes sont avec la première portion du Sternum une piece continuë, à peu-près comme un cerceau

presque entier, dont les extrémités coupées seroient courbées obliquement en dedans; & que leurs doubles articulations avec la première Vertèbre, y seroient attachées par des ligaments très-forts & très-courts. 2.^o Que par cette disposition les deux premières Côtes ne peuvent être mues sur leurs charnières, que pour prêter un peu au mouvement de la Vertèbre voisine du Col, & de la Vertèbre voisine du Dos, & qu'elles ne peuvent être ni haussées ni baissées comme les autres Côtes, sans forcer & presque rompre l'une de leurs doubles attaches à la première Vertèbre, ou rompre leur connexion cartilagineuse avec le Sternum. 3.^o Que les deux premières Côtes, par le seul moyen de leur structure & de leur connexion, servent de base ou de point fixe au mouvement de toutes les autres Côtes, indépendamment des Muscles qui sont attachés aux Vertèbres du Col & à ces deux Côtes. 4.^o Qu'une partie de la même mécanique se trouve dans toutes les autres Côtes ginglymoïdes, soit vraies, soit fausses, quoiqu'attachées chacune à deux Vertèbres, & ayant l'axe de leurs charnières plus oblique. On sçait que ces Côtes, par l'attache de leurs axes à deux plans obliques, sont disposées à pouvoir s'écarter ou s'approcher de côté & d'autre, à mesure qu'on les leve ou qu'on les rabbaïsse. On sçait aussi que ces mouvements en haut & en bas ne pourroient pas se faire sans la flexibilité des portions cartilagineuses proportionnée à leur différente longueur, & sans la simplicité de l'articulation de ces mêmes portions avec le Sternum. Enfin, on sçait que ces Côtes sont naturellement inclinées à un certain degré, qu'elles peuvent être redressées ou forcées au-dessus de ce degré par l'inspiration, qu'elles reviennent au même degré dans l'expiration, & qu'elles y restent après la mort. J'ajoute à cela, que non-seulement elles y restent après la mort, mais même dans le cadavre après les avoir dépouillées de leurs Muscles, pourvu néanmoins qu'on n'ayt pas endommagé les ligaments de leurs articulations.

On a bien fait observer, que la cage osseuse de la Poitrine est principalement soutenue par sa propre structure, mais il

me semble qu'un peu d'attention sur la flexibilité & l'articulation simple des portions cartilagineuses, doit aussi faire observer, que ce soutien ne consiste point en ce que les Côtes opposent un obstacle mutuel sur le Sternum, d'autant plus que les fausses Côtes n'y touchent pas. L'articulation double de toutes ces Côtes ne permet que deux mouvements, & l'obliquité de l'axe de leur articulation produit en même temps deux sortes de mouvements, mais ces mouvements sont bornés à un certain degré par les ligaments forts & courts des articulations avec les Vertèbres ; à quoi la connexion ou attache, soit cartilagineuse, soit ligamenteuse, ou même charnue, des extrémités antérieures de ces Côtes peut aussi contribuer. Je remets pour les remarques sur les propositions suivantes touchant l'Expiration, les autres particularités des portions cartilagineuses des Côtes.

II. Article : sur les Muscles intercostaux, & sur leurs auxiliaires.

On sçait que les Muscles intercostaux sont deux plans charnus, bien minces, l'un interne, l'autre externe, qui occupent les intervalles de toutes les Côtes, & dont les fibres se croisent pour la plupart en manière de X : que les Muscles externes s'étendent depuis les apophyses transverses des Vertèbres, jusques vers les portions cartilagineuses des Côtes seulement, & que leurs fibres descendent obliquement de derrière en devant : que les Muscles internes sont plus ou moins éloignés des Vertèbres, & s'étendent jusqu'aux extrémités des portions cartilagineuses des Côtes, de sorte que vers les Vertèbres il n'y a que le plan simple des Muscles intercostaux externes ; entre les portions cartilagineuses, il n'y a que le plan simple des internes ; & entre ces deux endroits il y a double plan dont les fibres obliques se croisent.

On convient que par cet arrangement les fibres des Muscles intercostaux externes, étant par en haut plus près de l'articulation des Côtes avec les Vertèbres, & en étant plus éloignées par en bas, elles sont naturellement plus disposées

à pouvoir élever l'inférieure de deux Côtes voisines, qu'à pouvoir en abaisser la supérieure. On voit pareillement que les fibres des Muscles intercostaux internes, étant par en haut fort près du Sternum, & en étant plus éloignés par en bas, sont de même plus portés à élever la Côte inférieure qu'à abaisser la supérieure. On voit enfin par cette disposition réciproque des Muscles externes & internes, que par la rencontre de leur double plan, ils sont bornés ensemble à élever les Côtes, & que par cette rencontre, les internes ne peuvent pas agir autrement que les externes.

Néanmoins les anciens Anatomistes, & même ceux du commencement du siècle passé, ont été fort partagés là-dessus. Ab-Aquapendente avoit dès l'an 1599, comme il le marque dans son excellent *Traité de Respiratione & ejus instrumentis*, très-bien démontré, que les Muscles internes & externes concourent ensemble à la même action, c'est-à-dire, à lever les Côtes. Il a donné dans ce même *Traité*, la belle observation par l'Anatomie comparée, que par le mouvement des Côtes en haut, ou en les levant, leurs intervalles se dilatent, & que par leur mouvement en bas, ou en les rabbaissant, leurs intervalles se resserrent. *Clarè conspicies*, dit-il, *ad motum Costarum fursum intercostalia spatia dilatari: contra verò Costis deorsum motis angustari.*

Comme cet ancien système de la différente action des Muscles intercostaux externes & internes, partageoit encore des habiles Anatomistes; (car il a été même adopté par le célèbre Swammerdam, sans parler d'autres) Borelli a eu très-grande raison de marquer dans le Commentaire de sa LXXXIV.^e Proposition, que cela lui paroissoit impossible. L'exemple qu'il y emploie des fils croisés, par lesquels on souleve perpendiculairement ou directement un fardeau, montre bien l'action simultanée des fibres croisées des Muscles intercostaux externes & internes, mais il ne démontre pas pourquoi les deux Muscles ne peuvent agir qu'ensemble en même-temps, & non pas séparément, ni différemment. La manière dont le reste de son raisonnement est exprimé, m'a paru en

partie contradictoire à tout ce qu'il a si bien établi ailleurs, & en partie très-défectueux ; ce qui m'avoit porté à en remettre l'examen pour la suite, dans l'espérance d'y voir plus clair : mais n'ayant pas pû y parvenir, j'ai cru devoir en accuser le sort ordinaire des Œuvres Posthumes, d'autant plus que j'ai rencontré encore d'autres défauts dans ce même Traité, qui n'a été imprimé que deux ans après la mort de l'Auteur : je parle de la première édition ; car dans celle de la Bibliothèque Anatomique de Manget, on y a adjointé bien d'autres défauts qui même changent entièrement le sens de la première.

A l'égard des portions postérieures des Muscles intercostaux externes, que M. Senac, dans son Mémoire de 1724, exclut de cette fonction, aussi-bien que les sur-costaux, appelés communément Releveurs des Côtes, j'avouë qu'ayant examiné de nouveau la disposition des uns & des autres, par rapport à la charnière ou l'articulation double des Côtes avec les Vertèbres, je trouve ses raisons assez fortes pour pouvoir compter ces Muscles parmi ceux qui servent au mouvement de l'Épine, mais seulement comme des auxiliaires, & non pas comme des principaux moteurs. J'y suis porté par une attention particulière que j'ai faite sur l'attache des bandelettes tendineuses des Muscles sacro-lombaires, & des bandelettes des longs Dorsaux vers les extrémités postérieures des Côtes, & sur la rencontre de l'attache de ces deux sortes de bandelettes, avec l'attache inférieure des Muscles intercostaux externes, & avec celle des Muscles sur-costaux. Cette attention m'oblige même à réformer une partie de ce que j'ai avancé dans mon Traité d'Anatomie touchant ces Muscles. Ainsi au lieu d'y dire qu'il ne faut pas confondre les Muscles sur-costaux avec un petit Muscle, qui est immédiatement au-dessus de la première Côte, & qui d'abord leur ressemble par son attache à cette Côte ; je dirai, qu'on peut associer les Muscles sur-costaux à ce petit Muscle par rapport à l'usage. J'en excepte néanmoins les sur-costaux qui sont attachés aux deux ou trois inférieures des fausses Côtes, car ils peuvent encore être regardés comme Releveurs.

III. Article: sur le Diaphragme.

La structure du Diaphragme est assez connue de même que sa connexi on avec les dernières des vraies Côtes, toutes les fausses, le Sternum, les Vertèbres & le Médiaſtin. On ſait qu'il forme deux demi-voutes mobiles, unies enſemble ſous le Médiaſtin depuis le Sternum juſqu'aux Vertèbres. Ces demi-voutes, par la contraction de leurs fibres rayonnées, ſ'abaiffent de côté & d'autre, plus ou moins, ſelon les degres de l'inſpiration, & cela ſans ſ'abaiffier entre le Sternum & les Vertèbres. Ce n'eſt pas ſeulement à cauſe de l'attache au Médiaſtin, que le Diaphragme ne ſ'abaiffie pas dans ce trajet, mais auſſi parce que les fibres antérieures qui ſont attachées au Sternum, & les poſtérieures qui ſont attachées aux Vertèbres, ſont enſemble par leur contraction directe en même-temps l'office d'une corde tendue, qui ſoutient la rencontre ou union des deux demi-voutes.

Ab-Aquapendente & Spigel, entr'autres anciens Anato-miſtes très-célèbres, étoient dans l'opinion que le ſeul Diaphragme ſuffit pour l'inſpiration ordinairement libre, & que l'action des Muſcles intercoſtaux n'a lieu que quand on la fait avec quelque effort. Il eſt vrai que l'on peut regarder le Diaphragme comme le principal organe de la reſpiration en général, & de l'inſpiration en particulier; & que les Muſcles intercoſtaux peuvent être regardés comme des auxiliaires, qui facilitent les mouvements du Diaphragme, & par le moyen deſquels on peut différemment varier ces mouvements. Ab-Aquapendente cite pour preuve l'exemple de ceux qui ſont ſujets aux vapeurs ſuffocantes, & qu'on a quelquefois tenus pour tout-à-fait morts. Il rapporte auſſi, qu'il avoit trouvé dans un cadavre les portions cartilagineuſes des Côtes entièrement oſſifiées, & intimement ſoudées avec le Sternum. On a auſſi trouvé les Côtes anchyloſées ou ſoudées avec les Vertèbres, & par conſéquent incapables de mouvement: on a encore vu la plevre devenuë comme cartilagineuſe & comme oſſifiée; de ſorte que ne pouvant pas obéir au mouvement

des Côtes, les Muscles intercostaux ont été fort embarrassés dans leur action, & dans ce cas l'inspiration s'est principalement faite par l'action du Diaphragme. Je rapporterai dans une autre occasion plusieurs exemples très-avérés de nos jours, de ceux que par l'absence des marques externes de respiration on a tenu pour morts, qu'on a ensevelis, qu'on a emportés pour être enterrés, qu'on a enterrés & qui en sont revenus, & ont vécu plusieurs années après.

Borelli, dans le Commentaire sur la LXXIV.^e Proposition, après avoir rapporté le sentiment de ceux qui prétendent que l'inspiration douce & tranquille, ou spontanée, se fait par le mouvement du seul Diaphragme, nie absolument qu'elle se fait sans le secours des Muscles intercostaux, & conclut ensuite, comme nous avons vû, que tout mouvement d'inspiration, soit douce, soit forte, se fait par la concurrence ou l'action commune des Muscles intercostaux & du Diaphragme. Il y a lieu de penser qu'il n'a voulu parler ici que de l'état naturel, d'autant plus qu'il adjoute le mot naturel, *motus inspirationis placidus & naturalis*. D'ailleurs les Côtes auxquelles est attaché le Diaphragme, étant pour l'ordinaire les plus mobiles de toutes les Côtes, il me paroît très-difficile, pour ne pas dire impossible, que le moindre mouvement du Diaphragme se pût faire par la contraction de ses fibres, à moins que ces Côtes soient dans le même instant arrêtées & rendues comme immobiles, pour servir de points fixes à ce petit mouvement : c'est ce que les Muscles intercostaux peuvent faire par un certain degré de contraction de leurs fibres, sans que cette contraction cause aucun mouvement aux Côtes ; & cela à peu-près comme j'ai dit dans mon Mémoire de 1720, que la contraction des Muscles se fait quelquefois, non pas pour mouvoir l'os auquel ils sont attachés, mais pour le tenir immobile, & contrebalancer la résistance ou le fardeau qui l'entraîneroit. Ainsi au lieu de placer à la manière ordinaire sur le Sternum, ou au milieu de la Poitrine de quelqu'un qui paroît mort, un vaisseau rempli d'eau, pour voir par la tranquillité ou par le mouvement

de la surface de cette eau, s'il y a quelque signe de mouvement & de vie, il seroit mieux d'en tourner le corps un peu sur le côté, & de mettre le vaisseau sur l'extrémité de la troisième des fausses Côtes. Car on peut respirer suffisamment, sans apparence de mouvement du Sternum, quoiqu'en même temps le mouvement de l'endroit que je viens de marquer, soit très-sensible. Cependant cela pourroit être équivoque dans les Femmes ou Filles, qui pendant plusieurs années ont porté des corps ou corsets roides & fort serrés; car ces sortes de corps ou corsets tiennent toutes les fausses Côtes & les inférieures des vraies, dans une espèce d'immobilité continue, ce qui paroît faire que les vraies Côtes supérieures deviennent plus mobiles qu'elles ne le sont naturellement, pour ne pas trop empêcher ou trop diminuer le mouvement nécessaire de la respiration. Cela fait aussi que le haut de la Poitrine se meut plus évidemment dans les Femmes que dans les Hommes, & plus évidemment pendant qu'elles sont serrées par leurs corsets, que quand elles n'en ont point.

Avant que de finir cette XC.^e Proposition, il est juste de rappeler & de renouveler la belle remarque de Borelli sur la suspension de la partie supérieure de la voute du Diaphragme, par le moyen de sa connexion avec le Médiaſtin & le Diaphragme, qui en empêche la descente & l'applanissement dans l'inspiration, & sur l'accourcissement des semi-diametres ou demi-voutes de ce Muscle quand il agit; par lequel accourcissement, ses parties latérales descendent & s'applanissent indépendamment de la partie supérieure. *Centrum diaphragmatis*, dit-il dans le Commentaire sur cette XC.^e Proposition, *suspenditur à mediastino & à pericardio.... agit musculus ille decurtando semi-diametros*. Il faut observer ici que par le terme de centre, on entend communément la partie tendineuse du Diaphragme, à laquelle est attaché le Péricarde, non pas par la pointe, mais par une étendue proportionnée à celle de la face plate ou inférieure du Cœur. Je remets l'Anatomie comparée pour le second Mémoire.



SUR LE CAS IRREDUCTIBLE DU TROISIEME DEGRE.

Par M. NICOLE.

LE Cas irréductible du 3^{me} degré est celui où les trois Racines contenues dans une Équation du 3^{me} degré, sont toutes trois réelles, toutes trois inégales, & toutes trois incommensurables. 28 Juin
1738.

Il y a près de deux Siècles que Cardan donna la Formule Algébrique qui exprime la plus grande de ces trois Racines réelles. Cette Formule de Cardan est composée de deux parties. La première partie est la Racine cubique de la somme de deux grandeurs, dont l'une est réelle, & l'autre imaginaire; & la seconde partie est la Racine cubique de la différence de ces deux mêmes grandeurs. Il avoit toujours paru fort surprenant qu'une grandeur qui doit être réelle, fût exprimée par un composé de quantités réelles & de quantités imaginaires; on sentoît bien qu'il falloit que les quantités imaginaires se détrussissent mutuellement, mais personne, que je sçache, n'avoit montré la manière de faire évanouir ces quantités imaginaires.

J'ai cherché à faire cet évanouissement par le moyen des Suites, & j'ai trouvé pour l'expression de la Racine cherchée, une Formule Algébrique qui ne contient plus, à la vérité, de quantités imaginaires; mais il entre dans cette Formule une Suite composée d'une infinité de termes dont je n'ai pû trouver la somme par aucune des Méthodes connues. Je réduis donc dans ce Mémoire la question du Cas irréductible, à trouver la somme d'une Suite composée d'une infinité de termes.

Soit l'Equation $x^3 - px + q = 0$.

Cette Equation contient trois Racines commensurables

Mém. 1738.

. N

28 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
ou incommensurables, dont deux sont positives, & la 3^{me}
négative, égale aux deux positives.

Cette Equation se décompose dans les trois suivantes :

$$\begin{aligned} x + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} &= 0. \\ x - \frac{1}{2} \times \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} - \frac{1}{2} \times \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} \\ &= \sqrt{p - \frac{3}{4} \times \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]}} = 0. \\ x - \frac{1}{2} \times \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} - \frac{1}{2} \times \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} \\ &+ \sqrt{p - \frac{3}{4} \times \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]}} = 0. \end{aligned}$$

Ce qui se voit en multipliant ces trois Equations l'une par l'autre, elles reproduisent l'Equation $x^3 - px + q = 0$.

Ces trois Equations expriment donc les trois Racines de l'Equation composée $x^3 - px + q = 0$.

COROLLAIRE I.

Lorsque $\frac{1}{27}p^3 = \frac{1}{4}qq$, ces trois Equations deviennent

$$x + 2 \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}q\right)} = 0, \quad x - \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}q\right)} - \sqrt{p - \frac{3}{4} \times \left[2 \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}q\right)}\right]^2},$$

$$x - \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}q\right)} + \sqrt{p - \frac{3}{4} \times \left[2 \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}q\right)}\right]^2}.$$

Ou $x + 2 \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}q\right)}, \quad x - \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}q\right)} - \sqrt{[p - 3 \sqrt[3]{\left(\frac{1}{4}qq\right)}]},$

$$x - \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}q\right)} + \sqrt{[p - 3 \sqrt[3]{\left(\frac{1}{4}qq\right)}]}.$$

Ou $x + 2 \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}q\right)}, \quad x - \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}q\right)}, \quad x - \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}q\right)}.$

Parce que $\frac{1}{27}p^3 = \frac{1}{4}qq$, donne $p = 3 \sqrt[3]{\left(\frac{1}{4}qq\right)}$. Dans ce cas, l'Equation renferme donc deux Racines égales.

COROLLAIRE II.

Lorsque $\frac{1}{27}p^3$ est plus petit que $\frac{1}{4}qq$, la quantité . . .

$$\sqrt{p - \frac{3}{4} \times \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]}}$$

devient imaginaire, à cause que dans ce cas

$$\frac{3}{4} \times \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]}^2$$

est plus grand que p , puisque l'on a vu que cette quantité est égale à p , lorsque $\frac{1}{27}p^3 = \frac{1}{4}qq$.

Ainsi dans ce cas, l'Équation générale $x^3 - px + q = 0$ contient deux Racines imaginaires.

COROLLAIRE III.

Donc lorsque $\frac{1}{27}p^3$ est plus grand que $\frac{1}{4}qq$, la quantité

$$\frac{1}{4} \times \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]}$$

est plus petite que p , & par conséquent

$$\sqrt[3]{p - \frac{1}{4} \times \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]}}$$

est une grandeur réelle. Dans ce cas, les trois Racines renfermées dans l'Équation générale $x^3 - px + q = 0$, sont donc toutes trois réelles & inégales.

REMARQUE.

Mais dans ce dernier cas, quoiqu'il soit évident que ces trois Racines soient réelles, elles paroissent cependant sous une forme imaginaire, à cause de $\sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}$ qui est imaginaire. Ce qui semble être une contradiction. Voici la manière de faire disparaître cette contradiction.

Les deux membres $\sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]}$ & $\sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]}$ qui entrent tous deux dans l'expression des trois Racines, fournissent chacun des grandeurs imaginaires. Or la somme de ces deux membres $\sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]}$ étant réelle, il faut que les quantités imaginaires fournies par $\sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]}$ soient exactement les mêmes que celles fournies par le second membre $\sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]}$, & que les premières étant affectées du signe positif +, les secondes soient affectées du signe négatif —, & alors la somme des deux membres fera toute réelle.

Pour réduire donc chacun de ces membres à des expressions de cette nature, il faut d'abord les réduire à ces deux formes :

$$\sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} = \sqrt[3]{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)} \times \sqrt[3]{\left(\frac{q}{27\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}} + \sqrt{-1}\right)},$$

$$\sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} = \sqrt[3]{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)} \times \sqrt[3]{\left(\frac{q}{27\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}} - \sqrt{-1}\right)},$$

c'est-à-dire, que la première Racine fera

$$\sqrt[3]{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)} \times \sqrt[3]{\left(\frac{q}{27\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}} + \sqrt{-1}\right)} + \sqrt[3]{\left(\frac{q}{27\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}} - \sqrt{-1}\right)};$$

& au lieu de ces quantités composées, soient considérées celles-ci, qui sont plus simples & de même nature,

$$\left(\frac{a}{b} + \sqrt{-1}\right)^n + \left(\frac{a}{b} - \sqrt{-1}\right)^n.$$

En élevant ces quantités à l'exposant n , la première devient

$$\begin{aligned} & \left(\frac{a}{b}\right)^n + \frac{n}{1} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-1} \times \sqrt{-1} + \frac{n \times n-1}{1, 2} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-2} \times -1 \\ & + \frac{n \times n-1 \times n-2}{1, 2, 3} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-3} \times -1 \sqrt{-1} + \frac{n \times n-1 \times n-2 \times n-3}{1, 2, 3, 4} \\ & \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-4} \times +1 + \frac{n \times n-1 \dots n-4}{1, 2, \dots, 5} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-5} \times \sqrt{-1} \\ & + \frac{n \times n-1 \dots n-5}{1, 2, \dots, 6} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-6} \times -1 + \frac{n \times n-1 \dots n-6}{1, 2, \dots, 7} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-7} \\ & \times -1 \sqrt{-1} + \frac{n \times n-1 \dots n-7}{1, 2, \dots, 8} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-8} \times +1 + \&c. \end{aligned}$$

Et la seconde $\left[\left(\frac{a}{b}\right) - \sqrt{-1}\right]^n$ devient $\left(\frac{a}{b}\right)^n - \frac{n}{1} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-1}$

$$\begin{aligned} & \times \sqrt{-1} + \frac{n \times n-1}{1, 2} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-2} \times -1 - \frac{n \times n-1 \times n-2}{1, 2, 3} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-3} \\ & \times -1 \sqrt{-1} + \frac{n \times n-1 \times n-2 \times n-3}{1, 2, 3, 4} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-4} \times +1 \\ & - \frac{n \times n-1 \dots n-4}{1, 2, \dots, 5} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-5} \times \sqrt{-1} + \frac{n \times n-1 \dots n-5}{1, 2, \dots, 6} \\ & \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-6} \times -1 - \frac{n \times n-1 \dots n-6}{1, 2, \dots, 7} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-7} \times -1 \sqrt{-1} \\ & + \frac{n \times n-1 \dots n-7}{1, 2, \dots, 8} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-8} \times +1 - \&c. \end{aligned}$$

Si l'on prend la somme de ces deux Suites, on trouvera

$$2 \times \left\{ \begin{aligned} & \left(\frac{a}{b}\right)^n - \frac{n \times n-1}{1, 2} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-2} + \frac{n \times n-1 \times n-2 \times n-3}{1, 2, 3, 4} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-4} \\ & - \frac{n \times n-1 \dots n-5}{1, 2, \dots, 6} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-6} + \frac{n \times n-1 \dots n-7}{1, 2, \dots, 8} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-8} \\ & - \frac{n \times n-1 \dots n-9}{1, 2, \dots, 10} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{n-10} + \&c. \end{aligned} \right.$$

qui forme une Suite composée d'une infinité de termes, dont aucun n'est affecté de quantités imaginaires.

COROLLAIRE I.

Il est donc évident que la quantité $(\frac{a}{b} + \sqrt{-1})^n + (\frac{a}{b} - \sqrt{-1})^n$, qui renferme des imaginaires, quelle que soit la valeur de l'exposant n , est toujours réelle, soit que cet exposant soit un nombre entier, ou un nombre rompu, & qu'il soit positif ou négatif.

COROLLAIRE II.

Mais quand l'exposant n est un nombre entier positif, la Suite finit en quelque endroit : Si, par exemple, $n = 9$, cette Suite devient

$$2 \times \left[\left(\frac{a}{b}\right)^9 - 3 \times \left(\frac{a}{b}\right)^7 + 126 \times \left(\frac{a}{b}\right)^5 - 84 \times \left(\frac{a}{b}\right)^3 + 9 \times \left(\frac{a}{b}\right) \right].$$

Il en fera de même de tout autre nombre entier positif.

COROLLAIRE III.

Quand l'exposant n est un nombre entier négatif, la Suite est composée d'une infinité de termes : Si, par exemple, $n = -3$, cette Suite devient

$$2 \times \left[\left(\frac{a}{b}\right)^{-3} - 6 \times \left(\frac{a}{b}\right)^{-5} + 15 \times \left(\frac{a}{b}\right)^{-7} - 28 \times \left(\frac{a}{b}\right)^{-9} + 45 \times \left(\frac{a}{b}\right)^{-11} - \&c. \right]$$

dont la somme est $2 \times \frac{[(\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})]}{[(\frac{a}{b})^4 - 1]}$, parce que

$$\left[\left(\frac{a}{b}\right) + \sqrt{-1} \right]^{-3} + \left[\left(\frac{a}{b}\right) - \sqrt{-1} \right]^{-3} = \frac{1}{[(\frac{a}{b}) + \sqrt{-1}]^3}$$

$$+ \frac{1}{(\frac{a}{b} - \sqrt{-1})^3} = \frac{(\frac{a}{b} + \sqrt{-1})^3 + (\frac{a}{b} - \sqrt{-1})^3}{(\frac{a}{b} + \sqrt{-1})^3 \times (\frac{a}{b} - \sqrt{-1})^3}, \text{ \& en}$$

élevant chaque binôme à la 3^{me} puissance, il viendra

$$\frac{\left(\frac{a}{b}\right)^3 + 3 \times \left(\frac{a}{b}\right) \times \sqrt{-1} - 3 \times \left(\frac{a}{b}\right) - 1 \sqrt{-1} + \left(\frac{a}{b}\right)^3 - 3 \times \left(\frac{a}{b}\right) \times \sqrt{-1} - 3 \times \left(\frac{a}{b}\right) + 1 \sqrt{-1}}{(\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b}) + [3 \times (\frac{a}{b})^2 - 1] \times \sqrt{-1}} \times \frac{(\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})^2 - 1}{2 \times [(\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})^2]}$$

$$= \frac{2 \times [(\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})^2]}{[(\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})^2] + [3 \times (\frac{a}{b})^2 - 1]^2} = \frac{2 \times [(\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})^2]}{(\frac{a}{b})^6 - 6 \times (\frac{a}{b})^4 + 9 \times (\frac{a}{b})^2 + 9 \times (\frac{a}{b})^4 - 6 \times (\frac{a}{b})^2 + 1}$$

$$= \frac{2 \times \left[\left(\frac{a}{b} \right)^3 - 3 \times \frac{a}{b} \right]}{\left(\frac{a}{b} \right)^3 + 3 \times \left(\frac{a}{b} \right)^2 + 3 \times \left(\frac{a}{b} \right) + 1} = \frac{2 \times \left[\left(\frac{a}{b} \right)^3 - 3 \times \frac{a}{b} \right]}{\left[\left(\frac{a}{b} \right)^2 + 1 \right]^2}.$$

Il en fera de même de tout autre nombre entier négatif. Cette Suite, quoique composée d'une infinité de termes, fera toujours sommable.

Mais quand l'exposant n est une fraction, par exemple $n = \frac{1}{3}$, $\sqrt[3]{\left(\frac{a}{b}\right) + \sqrt{-1}} + \sqrt[3]{\left(\frac{a}{b}\right) - \sqrt{-1}}$ devient

$$2 \times \left\{ \begin{aligned} & \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{3}} + \frac{1 \times 2}{1.2 \times (3)^2} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{2}{3}} - \frac{1.2.5.8}{1.2.3.4 \times (3)^4} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{5}{3}} \\ & + \frac{1.2.5.8.11.14}{1.2.3.4.5 \dots 6 \times (3)^6} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{8}{3}} - \frac{1.2.5 \dots 20}{1.2.3 \dots 8 \times (3)^8} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{11}{3}} \\ & + \frac{1.2.5 \dots 26}{1.2.3 \dots 10 \times (3)^{10}} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{14}{3}} - \frac{1.2.5 \dots 32}{1.2.3 \dots 12 \times (3)^{12}} \times \left(\frac{a}{b}\right)^{-\frac{17}{3}} \\ & + \&c. \text{ qui est une Suite composée d'une infinité de termes,} \\ & \text{dont par aucune des Méthodes connues on ne peut trouver} \\ & \text{la somme autrement que par cette expression} \\ & \sqrt[3]{\left(\frac{a}{b}\right) + \sqrt{-1}} + \sqrt[3]{\left(\frac{a}{b}\right) - \sqrt{-1}}. \end{aligned} \right.$$

Si donc on met dans cette Suite pour $\frac{a}{b}$ la valeur

$\frac{q}{2\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}}$, on aura pour l'expression de la Racine qu'on cherche

$$2\sqrt[3]{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)} \times \left\{ \begin{aligned} & \left(\frac{q}{2\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}}\right)^{\frac{1}{3}} + \frac{1.2}{1.2.(3)^2} \times \left(\frac{q}{2\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}}\right)^{-\frac{2}{3}} - \frac{1.2.5.8}{1.2.3.4 \times (3)^4} \\ & \times \left(\frac{q}{2\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}}\right)^{-\frac{5}{3}} + \frac{1.2.5.8.11.14}{1.2.3.4.5 \dots 6 \times (3)^6} \times \left(\frac{q}{2\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}}\right)^{-\frac{8}{3}} \\ & - \frac{1.2.5 \dots 20}{1.2.3 \dots 8 \times (3)^8} \times \left(\frac{q}{2\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}}\right)^{-\frac{11}{3}} + \&c. \end{aligned} \right.$$

qui se réduit à

$$2\sqrt[3]{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)} \times \left\{ \begin{aligned} & 1 + \frac{1.2}{1.2.(3)^2} \times \left(\frac{\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}}{\frac{1}{2}q}\right)^2 - \frac{1.2.5.8}{1.2.3.4 \times (3)^4} \times \left(\frac{\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}}{\frac{1}{2}q}\right)^4 \\ & + \frac{1.2.5 \dots 14}{1.2.3 \dots 6 \times (3)^6} \times \left(\frac{\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}}{\frac{1}{2}q}\right)^6 - \frac{1.2.5.8 \dots 20}{1.2.3 \dots 8 \times (3)^8} \times \left(\frac{\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}}{\frac{1}{2}q}\right)^8 \\ & + \frac{1.2.5.8 \dots 26}{1.2.3 \dots 10 \times (3)^{10}} \times \left(\frac{\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}}{\frac{1}{2}q}\right)^{10} - \&c. \end{aligned} \right.$$



DE L'ETAIN.

PREMIER MEMOIRE.

Par M. GEOFFROY.

CE n'est que par une longue suite d'expériences qu'on peut parvenir à connoître avec quelque évidence ce qui entre dans la composition des Mixtes. Les substances métalliques, sur-tout, étant d'un tissu plus ferré, plus lié, plus tenace que les Végétaux & les Animaux, exigent un travail beaucoup plus long & plus obstiné, si l'on veut en séparer les principes & en reconnoître les différences. Parmi ces substances métalliques, celles qu'on appelle Métaux parfaits, sont les plus difficiles à décomposer ; tels sont l'Or & l'Argent. Dans les imparfaites, le Fer, l'Antimoine, le Zinc, &c. se divisent avec plus de facilité. Enfin il y en a de moyennes entre celles-ci & les premières, dont la décomposition paroît difficile, mais non pas impossible, elles semblent avoir été moins travaillées, moins examinées que les autres, telles sont l'Etain, le Bismuth. J'ai choisi le premier pour en faire l'objet d'un travail suivi, d'une espèce d'analyse qui me fournira la matière de plusieurs Mémoires. Mais pour mettre quelque ordre dans cette suite de Mémoires, je ne puis me dispenser de commencer celui-ci par un abrégé de l'Histoire naturelle de cette substance métallique.

22 Mars
1738.

Ce Métal est le *Cassiteron* des Grecs, le *Plumbum-Album* des Romains, le *Stannum* des Modernes. On en trouve des Mines dans plusieurs Etats de l'Europe, en Saxe & en Myfnie, comme à Stolberg, Geyer, Anneberg, Altenberg, Freyberg, & autres lieux : dans la montagne de Saint-André de la Forêt-noire. En Bohême dans les Mines de Groupe près de Toplitz, dans celles d'Aberdam, de Schonfeld, &c. Dans la Hongrie aux Mines de Schemnitz & du Comté du

*En latin - mi
Musæum metal-
licum.*

Lyptow. On en trouve aussi dans quelques endroits des Indes orientales, comme au Royaume de Quidday, entre Tanalléri & le détroit de Malaca. Nous en avons quelques Mines en France, mais pauvres, & d'exploitation coûteuse & difficile.

*Woodward
de l'Institut, mé-
m. de l'Ac. des
Sc. Ins. & ag.
337. Luit.
1757.*

« Si l'on s'en rapporte à Woodward, il n'y a point de pays qui
» en fournisse de si beau, ni en si grande quantité, que la pro-
» vince de Cornouailles en Angleterre. C'est selon lui, la seule
» production de cette île qu'on envoyât dans les autres pays
» avant que les Romains y eussent fait des descentes. Les ha-
» bitants en faisoient commerce avec les Phœniciens depuis
» l'antiquité la plus reculée. Ils l'envoyoient dans des bateaux
» faits d'osier & couverts de peaux, à l'île de Wight, & de-
» là aux côtes de la Gaule les plus voisines. On le conduisoit
» ensuite par terre jusqu'à Marseille, où les Phœniciens ve-
» noient l'acheter, & le transportoient dans tous les lieux de
» leur commerce ».

A l'égard du travail de la mine d'Étain, comme on ne le trouve bien décrit que par les Anglois, c'est de quelques Mémoires insérés dans les transactions Philosophiques que j'emprunte une partie du détail suivant.

Il y a six sortes de Minerai ou marcaissite d'Étain, la pâle, la blanche, la grise, la brune, la rouge & la noire. Cette dernière est la plus riche & la meilleure.

Il est rare de trouver des morceaux d'Étain pur & naturel, comme on en trouve d'Or ou d'Argent dans quelques Mines du Mexique, du Pérou & du Potofi, que les Espagnols appellent des *Pepites*. Les grains d'Étain, ou ce que les ouvriers nomment ainsi, sont riches à la vérité, plus que la mine ordinaire, mais ils ne rendent que 50 pour cent en métal pur, au lieu qu'il y a des *Pepites* d'Or sur lesquelles il n'y a presque point de déchet.

Les Anglois experts dans la découverte de ces sortes de mines, tirent leurs indices de plusieurs marques extérieures, dont la principale est la rencontre de quelques morceaux de pierre métallique, épars sur la terre, qu'ils nomment *Shoad* ou *Squad*; le plus souvent on ne les trouve qu'à deux ou trois

trois pieds de profondeur entre deux lits de roche couleur de fer, & qui ne tient que peu ou point d'Étain, mais plus communément, c'est en observant les rigoles qu'un violent orage a laissées creusées le long des berges des Rivières : s'ils y apperçoivent quelque lit de terre qui soit d'une couleur différente de celle du terrain plus élevé de la berge, ils ont grande attention de chercher dans ce lit de terre différemment colorée, quelques fragments de Mine. S'ils en trouvent, ils examinent avec le niveau quelle est la pente la plus rapide des lieux voisins de ces rigoles, presque assurés que c'est de là que l'eau a entraîné ces fragments ; ils s'y transportent, & fouillent au plus bas de ces côteaux.

La pierre métallique dont ces fragments ont été détachés, se distingue aisément des autres pierres par sa pesanteur & par sa porosité. Car la mine d'Étain est quelquefois poreuse, à peu-près comme des os qui seroient presque entièrement calcinés ; ce n'est pas que ce métal ne se trouve aussi le plus souvent renfermé dans des mailles d'une espèce de roche compacte & dure comme il a été dit plus haut.

Il y a encore d'autres moyens de reconnoître cette Mine, mais le plus certain, & celui qui donne en même temps une connoissance suffisante du genre & de la richesse de la Mine qu'on a découverte, c'est de la mettre en poudre fine, & de la laver dans une petite nacelle ou gondole, comme on lave les paillettes d'Or des Rivières aurifères, & de faire ensuite un essai de la partie métallique qui reste après que toute la matière terreuse en a été emportée par l'eau. Car il y a des Mines qui ne portent pas toujours du métal également bon ; elles ne fournissent quelquefois qu'une substance impure qui n'est ni terre, ni pierre, ni métal, mais un mélange différemment nué qui approche beaucoup du mâchefer.

Plus le *Shoad* ou pierre métallique mêlée sans liaison avec la terre ordinaire se trouve profondément dans la montagne, plus le filon qu'ils nomment le *Load* est prêt à découvrir : il y a aussi de ces sortes de filons qui se trouvent à fleur de terre. Ordinairement la veine ou le filon principal commence

à l'Est & court à l'Ouest; rarement a-t-il une direction opposée, il est presque toujours incliné, & l'on trouve qu'il s'enfonce de plus en plus à mesure qu'on le suit en fouillant : il s'en rencontre même qui descendent presque perpendiculairement, & souvent depuis 40 jusqu'à 60 & 80 brasses, surtout lorsque la Mine est riche. Le filon principal a aussi presque toujours des branches auxquelles il semble avoir donné naissance; du moins elles sortent de cette espece de tronc, s'étendant au Nord & au Sud : les ouvriers donnent le nom de *Countreys* à ces branches. Il se trouve des filons principaux d'un pied de diametre, d'autres de deux à trois pieds, ce qui varie suivant la quantité des matières hétérogenes qui s'y joignent.

Quand les ouvriers ont fouillé un peu avant, ils sont obligés de se donner de l'air par des ventouses ou canaux quarrés perpendiculaires au canal qu'ils ont creusé, sans cela ils n'y pourroient tenir leurs lampes allumées, & courroient risque d'être étouffés eux-mêmes par des vapeurs sulphureuses & souvent arsenicales, qui sortent subitement des cavités naturelles qu'on rencontre souvent dans les Mines, & qui les surprennent. On trouve presque toujours voisine de la veine ou filon, une sorte de *Fluor* qu'ils nomment *Sparr*, & qui souvent l'enveloppe, elle est commune à la plupart des Mines, & Beccher la regarde comme leur matrice. C'est dans ce *Sparr* qu'on rencontre des pierres assez grosses pour y graver différents sujets, & assez dures pour couper le verre; on les nomme *Diamans de Cornouilles*, elles sont quelquefois d'un rouge transparent, & ont l'éclat des rubis. Sur ce *Sparr* on trouve aussi une autre sorte de substance semblable à une pierre blanche tendre que les mineurs appellent *Kellus*, qui laisse une écume blanche lorsqu'on la lave dans l'eau en sortant de la Mine: il semble que ce soit la même matière que le *Sparr*, & qu'elle n'en diffère que par le degré de pétrification cristalline.

La Mine se détache par les moyens ordinaires décrits par tous les Métallurgistes : les principaux outils sont un pic, une

pioche de fer faite en forme de marteau, un outil aîlé d'acier, formé comme un perçoir de Maréchal, qu'ils enfoncent avec un des bouts de leur pioche, pour écarter le filon. C'est dans ce canal souterrain de la Mine, que les ouvriers commencent à réduire le Minerai en moyens morceaux du poids d'une livre au plus, & c'est en le cassant ainsi qu'on y trouve une autre matière qu'on nomme *Mondlyck* : on la distingue aisément de l'Étain, quoique de couleur brune sale, en ce qu'elle fuit les doigts ; cette matière, si elle reste avec l'Étain, le gâte, lui ôte son éclat, & le rend très-cassant. Le feu dissipe le *Mondlyck*, il s'exhale tout en fumée, & l'odeur en est pernicieuse. M. Hellot qui a examiné cette matière, l'a trouvée presque en tout semblable à une Mine bitumineuse d'Arsenic, qui fut envoyée l'année dernière de Sainte Marie-aux-Mines, à M. le Contrôleur général. Sublimée à grand feu, elle donne à la voute du vaisseau des cristaux d'Arsenic presque noirs, & mêlés d'une suie bitumineuse encore plus noire : mais en retenant ce bitume par quelque corps terreux, par de la chaux éteinte, de la marne, de la craye, on parvient à en sublimer un Arsenic pur & fort blanc.

On porte le Minerai concassé sous des Pylons mus par une roue qu'un courant d'eau fait tourner, on les jette par panneerées dans une caisse quarrée découverte, dans laquelle coule sans interruption, une chute d'eau de trois à quatre pouces. L'un des côtés de cette caisse est fermé par une plaque de fer percée de petits trous comme un crible, par où l'eau fort & entraîne avec elle la partie du Minerai qui est pilée assez menue pour passer par ces trous, aussi bien que les matières hétérogènes : le tout est conduit par l'eau dans une longue gouttière ou auge de bois. La terre & les autres matières hétérogènes, comme plus légères que le métal, ne font que passer dans l'auge sans s'arrêter, & vont tomber dans des vaisseaux ou dans une fosse qu'on appelle *Leob*, l'Étain comme plus pesant reste dans l'auge ; mais pour en perdre le moins qu'il est possible, on a la précaution de mettre à une distance assez considérable des Pylons, du gazon dans l'Auge pour

arrêter l'Étain, & l'empêcher de passer outre. On ôte ensuite cet Étain de l'Auge, & on le porte au *Buddle* qui est un vaisseau ou grande Caisse quarrée basse, dont le fond est un peu incliné, l'eau qui y passe continuellement lave le sable & la terre qui reste mêlée avec l'Étain, & des ouvriers y agitent sans discontinuer ce mélange, tant avec leurs pieds qu'avec des Pelles, pour que les lotions s'en fassent plus exactement. L'Étain grossier qu'ils nomment le *Brut*, se précipite au fond, & le fin reste au-dessus : on porte celui-ci appelé *Buddle*, dans un autre vaisseau qu'on nomme *Wreck*, on le remue de nouveau avec des Râteaux de bois, pour achever de le laver avec l'eau qui coule aussi dans ces derniers vaisseaux. Dans le *Wreck* l'Étain fin se trouve encore au-dessus, il ne lui faut plus d'autre préparation ; on l'appelle alors Étain noir, en effet il est réduit en une poudre aussi déliée que du sable noir : on le porte à la fonderie.

On retire ensuite du *Buddle* l'Étain grossier, on le repasse au crible avant que de le reporter sous les Pylons pour le broyer de nouveau, on lave dans un vaisseau qu'on tient & qu'on agite sous l'eau la partie la plus fine de ce Minerai nouvellement battu, celle qui est métallique prend cette fois-ci le dessous : le sable, la terre, & les autres matières inutiles s'en vont avec l'eau. On reprend cette partie métallique pour la passer avec de l'eau par des Tamis fins ; & ce qui passe à travers est l'Étain noir.

On refait les mêmes opérations sur l'Étain grossier qui tombe & reste le dernier de tous dans le *Buddle* & dans le *Wreck* : c'est ce que les ouvriers appellent la *Queue*, comme aussi sur celui qui de la gouttière tombe dans le *Loob* ou fosse dont il a été parlé ci-devant ; on le lave, on le tamise, on reporte le grossier aux Pylons, & le plus fin au *Wreck*.

On est toujours obligé de mêler de la Mine nouvelle avec l'Étain brut qu'on reporte aux Pylons, sans quoi on ne pourroit le broyer ; les Pylons, disent les ouvriers, le rebutoeroient, parce qu'il est déjà divisé en parties assez menues pour ne pas faire de résistance à ces Pylons.

A l'égard de l'Étain que le premier lavage entraîne jusque dans le *Loob* ou fosse, les ouvriers l'y laissent pendant un temps assez considérable, ils prétendent qu'il s'y perfectionne, & qu'il s'augmente pendant son séjour. Quant à la fonte de l'Étain noir, on la facilite par le contact immédiat du charbon, c'est-à-dire, qu'on met dans le fourneau un lit de charbon, ensuite un lit d'Étain noir, puis un lit de charbon, & ainsi de suite alternativement jusqu'à une assez grande hauteur. L'ouvrage de ce Fourneau, qui est de l'espèce de ceux qu'on nomme vulgairement *Fourneaux à manche*, est beaucoup plus large en haut qu'il n'est en bas; les ouvriers l'appellent la *Maison*: on y fait un feu très-violent qu'on anime par le jeu de plusieurs grands soufflets qu'un courant d'eau fait mouvoir comme dans les Fonderies des autres Métaux. L'Étain qui se fond coule avec l'écume ou les scories, par un trou pratiqué au fond de la *Maison*, dans une grande Auge de pierre, la cendre & les scories qui ressemblent assez à celles de la gueuse de fer, nagent dessus & se durcissent dans un instant; on enlève ces scories, & on les met à part. Autrefois on ne les employoit qu'à rétablir & ferrer les grands chemins, mais depuis 50 ans ou environ, on les rapporte aux pilons, on les lave & l'on en retire encore une bonne quantité d'Étain: on ramasse aussi toutes les terres que l'eau avoit enlevées de la Mine, on les expose à l'air, au bout de 6 ou 7 ans on les travaille, & l'on retire encore une quantité assez considérable de Métal; sans cette précaution elles ne vaudroient rien du tout, au rapport des ouvriers.

On refond cet Étain en gâteau pour le couler dans des moules quarrés & oblongs de pierre dite de *Marais*. On nomme *Slabs* ou Saumons les petits Lingots, les gros s'appellent des *Bloes*: deux livres d'Étain noir, préparé comme il a été dit ci-dessus, rendent ordinairement une livre de Métal pur, & même davantage.

L'Officier préposé par le Roy, marque ces Saumons d'un Lion rampant, & reçoit le droit dû à Sa Majesté, qui étoit autrefois de 4 Schellings pour cent livres d'Étain. Je crois

qu'il y a eu depuis quelques changements à ce sujet, dont j'ai négligé de m'éclaircir, parce qu'ils sont inutiles à ce Mémoire.

A l'égard de la quantité de cet Etain, encore pur & sans alliage, les saumons sont plus ou moins fins, suivant les endroits d'où l'on en coupe pour en faire des épreuves : le dessus ou la creme du saumon est très-douce, & si pliante qu'on ne le peut travailler seule, on est obligé d'y mêler du Cuivre, dont elle peut porter jusqu'à trois livres sur cent, & quelquefois jusqu'à cinq livres. Le milieu du saumon est plus dur, & ne peut porter que deux livres de Cuivre, & le fond est si aigre qu'il y faut joindre du Plomb pour le travailler.

L'Etain ne sort point d'Angleterre dans sa pureté naturelle, on tel qu'il a coulé du fourneau : il y a des défenses très-rigoureuses de le transporter dans les pays étrangers avant qu'il ait reçu l'alliage du Plomb porté par la Loi. Cependant malgré ces défenses, les curieux trouvent moyen d'en avoir dans sa plus grande pureté. Il est formé ordinairement en larmes longues, desquelles plusieurs sont réunies par une espèce de pedicule ou attache commune dont ces longues larmes se séparent aisément. C'est celui que j'appellerai *Etain vierge* dans la suite de ce Mémoire, non qu'on le trouve tel dans la Mine, & sans le secours du feu, comme le Mercure vierge de quelques Mines, ou comme les pepites d'Or & d'Argent, mais parce qu'il vient des Mines les plus abondantes, les plus pures, & que ce sont les premières gouttes de l'art de la fonte. C'est cet Etain qui me sert, pour ainsi dire, d'Etalon pour déterminer la pureté de tous les autres Etains que j'examine ; car ce qu'on appelle communement *Etain fin* dans le commerce, est déjà allié de Plomb.

Outre le mélange du Cuivre & du Plomb dont je viens de parler, il se trouve des Etains qui sont *gras*, selon l'expression des ouvriers, & dont le planage seroit difficile, si l'on ne les aigrissoit un peu en y ajoutant du Zinc, ce qu'ils appellent *dégraisser* l'Etain, mais on n'en peut mettre qu'en-

viron une livre ou deux sur cent livres ; car si l'on en mettoit beaucoup, il rendroit l'Étain un peu plus difficile à traiter. C'est ce qui fait que les bons ouvriers y mêlent plutôt la limaille d'Épingles, fondue avec la Réline, ce qui peut aller à demi-livre sur deux ou trois cents pesant. On sçait que le fil de Laiton dont on fait les Épingles, est un Cuivre allié avec la Calamine, minéral qui contient une portion de Zinc.

Il y a des ouvriers Anglois, qui pour travailler l'Étain, ajoutent à celui qui est déjà allié de Cuivre, du Bismuth ou Étain de glace, pour donner plus de blanc, plus de corps & plus de brillant à leurs ouvrages. Ce qui va à demi-livre d'Étain de glace sur la proportion de Cuivre ci-devant marquée.

A l'égard du Régule d'Antimoine, on n'en mêle plus guere dans la Vaiselle, parce qu'il la rendoit trop cassante. On a éprouvé même qu'elle cassoit en la chauffant seulement. Cependant on peut sur un saumon de 360 pesant ajouter une livre de Régule. Quant aux Cuillères & aux Fourchettes qui ne vont point au feu, on peut mettre beaucoup plus de ce minéral dans le mélange pour leur donner la dureté nécessaire à l'usage.

On voit aisément que par tous ces alliages de Cuivre, de Laiton, de Zinc, de Plomb, d'Antimoine, on doit difficilement trouver de l'Étain en lingot qui soit pur ; mais jusqu'à présent on n'a eu aucun moyen sûr pour en connoître la pureté : quoique les Potiers d'Étain soient persuadés que leur essai suffit, on voit aisément que l'inspection de la couleur ne doit donner qu'une connoissance imparfaite de cette pureté, comme on n'en a jamais qu'une très-douteuse du Titre de l'Or ou de l'Argent par la Pierre de touche. Il sera parlé de cet essai des Potiers d'Étain dans la suite de ce Mémoire.

Voilà à peu-près tout ce qui concerne la préparation de ce métal, quant à l'usage économique. On trouvera dans le Dictionnaire du Commerce, & dans son Supplément, ce qui concerne les différentes formes qu'on lui donne par rapport

à l'emploi qu'en font différents ouvriers, & les Réglements qui regardent le commerce de ce métal; ce qui n'est pas de mon sujet.

Outre l'Étain d'Angleterre & d'Allemagne, les Hollandois apportent encore des Indes orientales en Europe deux autres sortes d'Étain qui passent pour fin; celui de *Melac*, qui est l'Étain de Malacca, & celui de *Brencas*, dont je n'ai pu découvrir l'origine, quelques recherches que j'aie faites. Ce premier, regardé comme le plus fin, est préféré au Brencas pour les Teintures en Écarlate, & par les ouvriers qui mettent les Glaces au teint.

L'Étain examiné par les Chimistes, a été mis au nombre des Métaux sulfureux, & l'on verra par mes expériences que son Soufre est inflammable par lui-même & sans aucun mélange, mais ce Soufre brûlant paroît être uni à une portion de Soufre arsénical, non seulement parce que l'odeur de ses vapeurs l'annoncent, mais parce que l'Étain qui entre dans quelque mélange métallique, les rend aigres comme seroit l'Arsenic qu'on y auroit introduit. C'est à cause de l'aigreur que l'Étain communique aux substances métalliques, qu'on le nomme le *Diable des Métaux*. Quand il est une fois mêlé avec eux, & principalement avec l'Argent, il le détruit ou l'altère de manière qu'on ne sçauroit le rendre traitable ni l'en séparer sans perdre beaucoup de matière, à moins qu'on ne le coupelle avec beaucoup de Plomb, & qu'on ne mette sur la coupelle une quantité proportionnée de limaille de Fer, suivant le procédé communiqué par M. Grosse dans un Mémoire qui fut lu dans l'Académie au mois d'Août 1736.

Outre le Soufre, l'Étain est composé encore d'une Terre cristalline ou vitrifiable; du moins on est en droit de le croire ainsi, puisque de la chaux, à l'aide d'un peu de frite, on en fait un Email blanc; & Beccher a remarqué que dans un feu fort violent & long-temps continué, ce métal se convertit tout entier en Verre, sans corroder ni percer le creuset, principalement quand il est pur & sans aucun alliage de Plomb.

Quelques

Quelques Auteurs ajoutent à ces deux principes un Mercure semblable au Mercure coulant ; mais il sera toujours permis de douter de l'existence de ce Mercure , tant que les procédés qu'ils ont publiés pour en faire l'extraction , ne réussiront pas mieux qu'ils ont fait jusqu'à présent.

Comme je n'ai pas dessein d'allonger ces Mémoires par des détails d'opérations déjà connus, je ne parlerai que des moyens que j'ai employés jusqu'à présent pour parvenir à connoître le degré d'alliage des Etains qui sont communément d'usage à Paris. J'ai fait moi-même les essais, suivant la méthode des Potiers d'Etain ; c'est-à-dire, que je me suis servi comme eux d'une espece de Lingotière faite de tufseau ou de marne, qui est creusée en manière de cuillier. Quand l'Etain coulé dans cette cuillier ronde par le petit canal qui y conduit, & qui forme la queue du jet, est clair & brillant comme l'Argent, il est réputé fin ; cependant frotté rudement sur le papier, il le noircit encore beaucoup plus que ne le fait l'Etain vierge, qui me sert de pièce de comparaison. Lorsque le Plomb passe le titre dans l'Etain commun (où il en doit entrer depuis 18 jusqu'à 20 pour 100) on le connoît à sa couleur noire sur la queue de l'essai & autour du gâteau moulé dans la cuillier, selon qu'il en est plus ou moins chargé. Donc ce n'est que par une inspection qui peut devenir arbitraire, qu'on juge ainsi de la pureté de ce métal. Quoique cet essai puisse suffire aux Potiers d'Etain pour se conformer aux Réglements de leur Communauté, on sent bien qu'il ne peut donner un indice certain d'une exacte pureté. On va voir que la calcination de ce métal donnera des différences bien plus marquées, & que le moindre alliage de Plomb, ne fut-il que d'un pour cent, sera aperçu, pourvu qu'on fasse cette calcination avec quelque attention. Car de le réduire en chaux par les méthodes ordinaires, en le mettant dans un vaisseau plat de terre ou de fer, & en l'agitant avec une cuillier ou une spatule de fer, on n'est jamais sûr qu'il ne s'y soit point mêlé quelque portion de Fer, puisqu'il paroît par l'expérience de M. Grosse, que le Soufre arsenical

de l'Etain se transporte, pour ainsi dire, avec avidité, sur le Fer, le corrode & le scorifie.

Je commence par l'Etain vierge d'Angleterre : j'examinerai ensuite ceux qui sont dans le commerce, en suivant l'ordre de leur pureté ou réelle, ou qui fait la différence de leur prix, ensuite j'examinerai les Etains d'un prix inférieur, & que les ouvriers allient différemment selon les ouvrages auxquels ils les destinent. J'aurois bien souhaité trouver un moyen de départir ou séparer ce métal de tous ces alliages, pour le remettre dans sa pureté originaire, ce seroit une véritable découverte, qui conserveroit beaucoup d'Etain perdu dans les Soudures des vieux Plombs, malgré l'attention des Plombiers à en retirer les Soudures avant que de les recouler en table. Mais je n'ai pas encore été assez heureux pour y parvenir par des moyens qui fussent d'une exécution facile & peu coûteuse pour les ouvriers. La liaison de l'Etain avec les matières métalliques est si intime, qu'elle ôte toute espérance de séparation. Si cependant c'est cette portion d'Antimoine, légitimement soupçonnée dans l'Etain, qui fait cette liaison, il ne paroît pas absolument impossible de trouver quelque manière de le détourner sur un autre corps ou terreux ou métallique, & alors le départ de l'alliage auroit peut-être plus de succès : mais je reviens au détail de mes calcinations.

L'Etain, tant le plus pur que l'Etain fin ordinaire, fait fuier & fulminer le Nitre si on le jette en lames déliées dans ce sel actuellement en fusion, ce que ne fait pas le Plomb qui tombe au fond du Nitre, où il se convertit en Litharge sans aucune déflagration. Il y jette seulement une vapeur noire, au lieu que celle qui s'élève de l'Etain est blanche, & se convertit en fleurs si l'on met quelque obstacle à son entière évaporation. On a déjà là une preuve d'une matière inflammable dans l'Etain. En voici une autre qui démontre que cette matière inflammable a une espèce de fixité. Il n'y a qu'à prendre de la chaux ordinaire d'Etain, & la calciner de nouveau dans un creuset, aussi-tôt qu'on découvre le creuset embrasé, & que l'air extérieur a

communication avec cette chaux, on la voit s'allumer, devenir rouge, & pour ainsi dire lumineuse, & pendant qu'elle est ardente, il s'en élève des vapeurs blanches de même nature que les précédentes : de plus si on jette une chaux semblable dans du Nitre en fusion, elle y fuse comme l'Étain non calciné & comme la chaux d'Antimoine. Ce qui prouve que la matière inflammable est aussi essentielle à l'Étain qu'à ce minéral ; & ce n'est que par un feu extrême qu'on le peut dépouiller de cette inflammabilité.

Feu M. Homberg a rapporté que si l'on expose l'Étain avec du Fer au foyer du Verre ardent, il se dissipe entièrement en fumées épaisses qui forment dans l'air des filets semblables à ceux qu'on y voit flotter quelquefois dans les jours chauds de l'automne, ou, si l'on veut, semblables aux fleurs de Zinc les plus délicées ; d'où il avoit conclu par analogie, que le Zinc pourroit être composé de Fer & d'Étain. Feu mon Frere & moi, nous avons répété ces expériences, & nous avons vu que quand on tient l'Étain seul sur un charbon au même foyer, il se dissipe insensiblement en fumée ; mais que placé sans charbon sur une coupelle, il y demeure très-long-temps, & forme une demi-vitrification assez agréable à la vûe. Que si, comme mon Frere l'a dit dans un de ses Mémoires, on met la chaux d'Étain en un petit monceau pyramidal au milieu d'une coupelle, cette chaux ne se fond pas au foyer, mais s'amollit seulement, & à mesure qu'elle perd de sa propre substance par la fumée qui s'en élève, le reste du monceau se crible peu-à-peu, & semble s'arranger en petites houppes ou cristaux délics, roides, cassants & transparents, qui restent presque inaltérables dans ce feu extrême. D'où l'on doit conclurre l'existence d'une terre vitrifiable, second principe qui entre essentiellement dans le composé de ce métal.

Aucune expérience ne m'a démontré de même la présence du Mercure qu'on y suppose ; à moins qu'on ne la veuille conclurre de la facilité que le Mercure a de s'amalgamer presque dans l'instant avec ce métal, ce que quelques Auteurs

pretendent qu'on ne peut rapporter qu'à cette avidité d'union qu'ont entr'eux les semblables. Comme l'Étain est assés facile à calciner, il accelere la calcination du Mercure, lorsqu'on l'a amalgamé avec ce métal, & qu'on met cuire cette amalgame dans un matras placé sur un bain de sable. Insensiblement je me suis écarté de mon objet qui, quant-à-présent, est l'essai de ce métal par la calcination.

ETAIN
VIERGE.

Pour la faire avec exactitude, j'ai mis d'abord dans un creuset deux onces de cet Étain en larmes, que j'ai nommé *Étain vierge*. J'ai chauffé le creuset jusqu'à le rougir, & je l'ai entretenu, le mieux qu'il m'a été possible, dans ce premier degré de chaleur, j'ai rangé de côté la chaux à mesure qu'elle se formoit sur ce métal. C'étoit une pellicule en petites écailles blanches un peu rougeâtres. Cette expérience m'a fourni une observation que personne, à ce que je crois, n'a faite avant moi, du moins je n'ai pas connoissance qu'aucun Auteur l'ait rapportée; c'est que pendant la calcination de l'Étain, soit qu'on rompe la pellicule qui se forme à la surface du métal en fusion rouge, soit qu'on la laisse en repos sans y toucher, on apperçoit en plusieurs endroits un petit soulèvement d'une matière qui ouvre & traverse la pellicule. Cette matière se gonfle, rougit en s'allumant, & jette une petite flamme blancheâtre, aussi vive & aussi brillante que celle du Zinc, lorsqu'on le pousse à feu assés fort pour en faire les fleurs. On peut encore comparer la vivacité de cette flamme à celle de plusieurs petits grains de Phosphore d'urine qu'on allumeroit en les faisant tomber doucement sur de l'eau bouillante. De cette flamme blanche il s'exhale une vapeur blanche, après quoi la masse soulevée s'écroule en partie, & se réduit en une poudre blanche légère, & tachée quelquefois de rouge selon la force du feu. Après ce commencement d'ignition, il y a des soulèvements de matières plus forts, plus nombreux ou plus fréquents, dont il sort une assés grosse fumée blanche qu'on peut arrêter par un couvercle de tole ou de cuivre rouge ajusté au creuset: ce sont des fleurs d'Étain qui rongent un peu ces métaux; d'où l'on peut conjecturer que

c'est une portion d'Arſenic qui en facilite la ſublimation , ce qui a fait mettre l'Étain au nombre des ſubſtances métalliques volatiles. A l'égard de cette première chaux qui ſ'eſt accumulée ſur l'Étain en fuſion , elle eſt blanche & rouge , c'eſt-à-dire , que les petites écailles qui la compoſent ſont rouges en deſſous & blanches en deſſus.

Quand la croute formée par cette chaux eſt aſſés épaiſſe ou en aſſés grande quantité pour ne pouvoir plus être rangée de côté , & laiſſer une portion du Métal à découvert , je fais ceſſer le feu , parce qu'il ne ſe formeroit plus de chaux ; la communication de l'air extérieur avec le bain d'Étain y étant néceſſaire. Lorſque le creuſet eſt refroidi , & qu'on a fait tomber la chaux qui couvroit le métal , on apperçoit un *cerce rouge* autour du creuſet & au bord de cet Étain vierge , comme ſur les autres Étains qui ſont fins , & à l'endroit qui étoit couvert de la chaux rangée en monceau. Je ſoupçonne que c'eſt une portion du ſoufre allumé de ce métal , qui n'ayant pû traverser cette maſſe de chaux pour ſe diſſiper en fumée , ſ'y eſt attachée , & y a laiſſé cette teinte : il faut faire obſerver que ſi le feu eſt trop fort , l'inflammation des particules ſulphureuſes , ni les fumées blanches qui ſ'en élèvent , ne ſ'apperçoivent pas ſi bien que lorſque le feu eſt tel qu'il le faut pour entretenir ſimplement le creuſet rouge de ceriſe.

Je recommence la calcination après que j'ai ſéparé la première chaux ; à ce ſecond feu les végétations ou bourſoufflements ſont plus conſidérables , & ſ'élèvent en forme de choux-fleurs , mais leur aſſemblage eſt toujours compoſé de petites écailles , la portion de cette végétation qui a été bien calcinée eſt auſſi blanche & rouge ; il ſ'en eſt trouvé même de petits morceaux dont la ſurface inférieure étoit totalement rouge , il ſemble qu'en continuant ces calcinations il ſ'élève des vapeurs ſulphureuſes d'un autre genre que dans le commencement ; puiſqu'au premier feu toute la chaux étoit parfaitement blanche , au lieu qu'au ſecond elle a commencé à être tachée en quelques endroits d'une teinte noire ; & comme j'ai éteint & rallumé le feu douze fois pour calciner entièrement mes

deux onces d'Étain, j'ai eu occaſion de m'aſſurer que dès le quatrième feu, & quelquefois dès le troiſième, les taches rouges de la chaux diminuent, & les noires augmentent, que les végétations ceſſent, que la croute de chaux reſte platte; qu'au douzième feu l'Étain ne fournit plus de cette croute écailleuſe que vers la fin, les ondulations du métal en bain ne paroiſſent plus, & que le peu de chaux qui reſte eſt mêlée de quelques grains de métal très-menus, & qui paroiſſent beaucoup plus durs que l'Étain. Je n'en ai pas pu rafſembler en aſſés grande quantité pour les couper, & m'aſſurer ſi ce ne ſeroit pas de l'Argent.

Comme j'avois fait cette calcination à douze reprifes, j'avois douze tas de chaux preſque toute en écaille, & encore un peu dure, il auroit été trop long de les recalciner toutes ſéparément; ainſi je les ai réunies en quatre loſs, formés chacun de trois, pris ſuivant leur ordre de calcination: en donnant à chacun un feu aſſés fort & aſſés long pour que la calcination en fût la plus exacte qu'il ſeroit poſſible, j'ai eu toutes ces chaux d'un très-beau blanc; à la réſerve du premier lot, qui étant compoſé de la chaux des trois premiers feux, laquelle avoit des écailles teintes de rouge, a conſervé une teinte incarnate, mais preſque imperceptible. Ces deux onces d'Étain vierge ont augmenté à la calcination de 2 gros 57 grains.

Il eſt à remarquer, comme on le verra par la ſuite, qu'il n'y a que cet Étain vierge qui donne une chaux d'un blanc parfait: or cette blancheur étant telle qu'elle ne peut provenir que d'un Étain pur, elle ſervira à déterminer, beaucoup mieux que l'eſſai des Potiers d'Étain, quel peut être à peu-près le degré d'alliage, ou le Titre d'un autre Étain dont on lui comparera la chaux. Je dis à peu-près, car je ſens bien qu'on pourroit m'objecter que ce n'eſt pas là encore un eſſai chimique de la dernière exactitude. Mais y en a-t-il d'exact? Ceux même de l'Or & de l'Argent ont-ils cette exactitude requiſe? Ne dépendent-ils pas de la juſteſſe des balances & des poids, des précautions de l'eſſayeur, & du choix du Plomb qu'on employe aux coupelles?

Passons à la calcination des autres Étains d'usage, pour en comparer la chaux. Ils ont tous été traités avec les mêmes précautions, & en douze calcinations comme le précédent.

L'Étain que les Potiers mettent en œuvre sous le nom d'*Étain fin*, a donné, étant en fusion rouge, une croûte qui n'a ni végété, ni ne s'est allumée, elle étoit blanche-grisâtre, mêlée de quelques petites parties rouges & dures. La chaux du second feu s'est enlevée en une plaque encore plus dure; elle étoit allés blanche, & tachetée aussi par dessous de quelques petits points rouges. Au troisième feu il y a eu quelques endroits qui se sont gonflés, & dont il a sorti de petits jets de flamme, mais peu brillante. La croûte de cette chaux étoit tachetée de verd, indice de Cuivre dans cet Étain, & j'ai eu la confirmation que le Cuivre étoit entré dans l'alliage de cet Étain, en le dissolvant dans des Esprits acides. La chaux du cinquième feu a pris une couleur d'un gris de cendre. Les sept autres chaux ont été peu différentes de celle-ci. Ces douze chaux réunies en cinq lots, & calcinées de nouveau, le premier lot est resté d'un blanc un peu incarnat, le second un peu gris, le troisième à peu-près de la même couleur, mais tirant un peu sur le verdâtre, le quatrième gris de perle, & le cinquième de couleur de cendre-foncée & un peu olivâtre. Les 2 onces de cet Étain ont augmenté de 2 gros 59 grains.

ÉTAIN FIN
des Potiers
d'Étain.

Cet Étain se réduit allés promptement en chaux, la croûte qui se forme dessus est allés ferme pour être enlevée avec la verge de fer sans se rompre, elle est d'un gris blanc; la seconde chaux, d'un gris de terre cuite; la troisième & la quatrième, d'un gris plus foncé, tirant sur le verdâtre; la cinquième tout-à-fait olive. Les sept autres sont à peu-près semblables. Il y a eu de petites parties de la première chaux qui se sont allumées comme dans l'opération sur l'Étain vierge, mais avec cette différence que ce dernier donne des fumées blanches, & que celui-ci, après en avoir donné un peu de semblables, finit sa fulguration par des fumées noires qui tachent de cette couleur les endroits de la croûte par lesquels

ÉTAIN
COMMUN.

elles sont forties. En recalcinant ces chaux, le premier des cinq lots donne une chaux de la même teinte de blanc de la seconde chaux de l'Etain fin des Potiers. Les quatre autres lots sont devenus d'un gris de plus en plus foncé, & le cinquième entr'autres est resté tout-à-fait brun & fort grenu. Les 2 onces de cet Etain commun ont diminué de 15 grains, au lieu que les précédents ont considérablement augmenté, ce qui doit y faire soupçonner du Bismuth mêlé avec les 18 ou 20 pour 100 de Plomb, parce que ce minéral étant volatil, il doit s'évaporer pendant la calcination.

ETAIN
des Invalides.

J'ai calciné de même un autre Etain, dont l'alliage est inconnu aux Potiers d'Etain. Un d'entreux avoit entrepris la fourniture de la Vaiselle des Invalides; l'Etain qu'il présenta pour essai étoit assés beau, beaucoup plus dur que l'Etain commun, & par conséquent moins sujet à se bosseler. Mais cet ouvrier, attaqué par les Jurés de la Communauté, pour avoir fait des alliages contre leurs Réglemens, fut condamné à la Police, ses Parties ayant donné des preuves suffisantes de sa prévarication. La première croûte de chaux qui se forme sur cet Etain en fusion se gonfle & s'enflamme en quelques endroits comme le Zinc qu'on calcine; il s'en échappe des fumées blanches qui deviennent ensuite plombées, & ces parties de chaux en s'éteignant, restent plus ou moins jaunes selon le temps qu'elles ont demeuré enflammées. Le reste de la chaux demeure grislâtre & friable à peu-près comme des carreaux de terre mal cuite.

La seconde chaux est de couleur de terre d'ombre, & les autres sont de plus brunes en plus brunes, à compter de la 3.^{me} à la 1.^{re} 2.^{me}. Ces mêmes chaux recalcinées n'en ont point donné de blanche. Les premières ont été jaunâtres, les autres de couleur de Tuthie, & la dernière totalement brune. Cet Etain a augmenté sur 2 onces de 2 gros 40 grains.

Il y a encore, comme je l'ai dit, deux sortes d'Etain qu'on nous apporte des Indes orientales, sçavoir le *Milac* ou Etain de Milaca & le *Brenas*. Ces Etains sortent du pays formés en petites masses quarrées, qu'on nomme *petits chapeaux*. Les
ouvriers

ouvriers donnent la préférence au *Melac*, qu'ils regardent comme le plus doux, & en état par conséquent de porter plus d'alliage que le *Brencas*. Mais le profit que les ouvriers tirent du *Melac* ne sert guere qu'à les dédommager du déchet de la fonte d'une grande quantité de ces petites masses, dont la plupart ne pèsent pas tout-à-fait une livre quatre onces. Au lieu qu'en fondant des saumons d'Angleterre, il y a beaucoup moins de perte, puisque les ouvriers ne comptent ordinairement que six deniers par livre pour le déchet de celui-ci.

On apporte aussi quelquefois en Europe de l'Étain de Siam en petits pains plats qu'on nomme *biscuit*. Les ouvriers n'en font point de cas : il est, disent-ils, quelquefois doux, quelquefois aigre & cassant, mais le plus souvent gras, difficile à planer, & d'un grand déchet à la fonte. C'est ce qui est cause qu'on n'en fait presque plus la traite.

J'ai fait la calcination du *Brencas* comme les précédentes. Les trois premières chaux ne m'ont rien fait appercevoir de remarquable. Au quatrième feu, il s'est formé une végétation en plusieurs rameaux de la hauteur de 6 à 7 lignes ; ensuite cette végétation s'est allumée, & a donné une flamme aussi brillante que celle de l'Étain vierge. En s'éteignant, elle laisse une chaux assez blanche, à la réserve de quelques endroits qui restent teints par cette fumée noirâtre qui succède aux fumées blanches. Les autres chaux des feux suivants sont restées plus blanches sans taches rouges. Les dernières n'ont plus végété. En recalcinant ces chaux réunies en cinq lots comme les précédentes, elles sont toutes restées blanches, à la réserve du premier lot, qui ayant d'abord quelques écailles rouges, est demeuré de couleur un peu incarnate. L'augmentation du poids de ces 2 onces a été de 3 gros 48 grains.

Celui-ci n'a rien eu de singulier dans la calcination : seulement les premières fumées qui s'élèvent de ses végétations allumées sont un peu plus bleuâtres que celles de l'article précédent, finissant comme elles par des fumées noires. La dernière chaux est de couleur un peu plus terreuse que la dernière de l'Étain vierge. Ces 2 onces d'Étain ont augmenté

ETAIN
de
BRENCAS.

ETAIN
de
MELAC.

Mem. 1738.

Q

de 3 gros 12 grains. C'est 36 grains moins que le *Brenças*; donc on peut soupçonner dans le *Melac* quelque alliage de matière volatile qui ne seroit pas dans le *Brenças*.

ETAIN
d'anciens
Saumons
d'Angleterre.

Les premières pellicules calcinées de cet Etain sont plus rouges que blanches. Au quatrième feu, il végète comme l'Etain de *Brenças*, s'allume de même, a des fumées semblables, & laisse une chaux assez blanche, parsemée cependant de petits points noirs que je n'ai point remarqués dans les chaux des autres Etains. Cette chaux récalcinée a été parfaitement semblable aux chaux du *Brenças* & du *Melac*: cet Etain augmente en poids de 3 gros 15 grains sur 2 onces.

En comparant toutes ces chaux, on voit que plus l'Etain est fin, plus elles sont blanches. Mais, comme je l'ai déjà dit, la chaux de l'Etain vierge est la plus blanche de toutes. C'est donc une manière d'essayer les Etains qui peut être de quelque utilité, puisque leurs chaux ne prennent des teintes qui s'éloignent du blanc parfait qu'à proportion de l'alliage qui se calcinant avec le véritable Etain, le salit de la couleur que cet alliage prendroit s'il étoit calciné seul. Le Plomb doit fournir du jaune citronné; le Cuivre, la couleur du Bistre, plus ou moins affoiblie, selon la quantité qu'on y en a mise; le Zinc qui se calcine sans s'élever en fleurs, reste d'une couleur tannée & terreuse, & communiquera de cette couleur à proportion qu'il en fera resté plus ou moins dans le mélange; car si tout le Zinc est converti en fleurs, la chaux d'Etain restera blanche, comme on le verra dans un des exemples suivants. Le Bismuth qui contient une portion assez considérable de matière noire, contribuera aussi à ses changements, qui peuvent cependant dépendre du mélange de deux ou trois de ces substances métalliques unies ensemble à l'Etain, ou dans le lieu de son origine, ou chés les ouvriers qui l'emploient, & qui ne cherchent qu'à lui donner de la dureté & du brillant; en ce cas il sera plus difficile de prononcer avec quelque sûreté sur ces mélanges composés.

Ce n'étoit pas assez d'avoir calciné des Etains dont les alliages m'étoient peu connus: on n'auroit eu aucune confiance

à ce que je viens d'avancer sur les différences de leurs chaux, si je n'avois pas fait moi-même des alliages pour les calciner ensuite. Ainli j'ai fondu ensemble 12 gros & demi d'Étain vierge avec 2 gros & demi de Plomb, ce qui fait un alliage de 20 pour 100. J'ai calciné une once de ce mélange. Les premières croûtes se sont formées assés dures pour se lever presque toutes entières de dessus le métal en fusion ; elles étoient blanches & jaunâtres. Après avoir ôté quatre à cinq de ces croûtes, il s'en élève quelques petites végétations qui ont un peu déflagré, & donné une fumée blanche ; puis elles se sont rompuës, & réduites en une poudre blanche & rougeâtre tirant sur le jaune doré, c'est un Plomb réduit en massicot & mêlé avec la chaux d'Étain. Autour du creuset il y avoit un cercle rouge fort dur, qui est un *Minium* qui semble vouloir se vitrifier dans la partie la plus adhérente au creuset. Au second & au troisième feu, il ne s'est formé d'abord sur le métal qu'une seule croûte : lorsqu'elle a été enlevée, la chaux qui a été reproduite à la surface du bain s'est peu-à-peu élevée en un monceau qui s'est allumé à diverses reprises, mais foiblement, puis il s'est réduit en une poudre légère un peu rougeâtre : il a donné aussi des vapeurs blanches. Au quatrième feu, la chaux s'est allumée sur le métal en flux comme des grains de Phosphore qu'on y auroit par-semés, puis elle s'est durcie en une croûte continuë : en la rangeant de côté, on voit des ondulations circulantes comme sur le Plomb actuellement en bain dans une coupelle, ou dans un creuset plat à scorifier. Au cinquième feu, il y a eu des fumées noires, & ce qui s'est calciné est resté verdâtre. Au sixième feu, mêmes fumées noires & une chaux couleur d'olive. Il a fallu recalciner ces chaux, afin que l'expérience fût en tout semblable aux précédentes : & il a resté de cette seconde calcination partagée en trois portions égales, une première chaux d'un gris-cendré, une seconde chaux d'un gris plus clair, mais toutes deux plus blanches que celles qui viennent de l'alliage du Bisinuth dont il sera parlé ci-après : enfin une troisième chaux couleur d'orpin, qui est la couleur

d'un des deux massicots des Peintres, l'autre est d'un jaune-pâle de citron ; & l'on sçait que tous les deux sont préparés avec le Plomb, ainsi cette chaux est un véritable massicot encore allié d'un peu d'Étain, comme je viens de le dire.

Je serai observer ici que tant dans ces calcinations que dans les suivantes, c'est presque toujours l'Étain qui se calcine le premier ; que le métal ou le minéral qui lui a été uni pour alliage, ne se calcine qu'après, sur-tout s'il est moins volatil que l'Étain : que la première chaux étant presque toujours celle de l'Étain seul, elle est assez blanche, & que pour juger des alliages par la comparaison des chaux, il faut se servir des dernières chaux par préférence aux premières.

Au reste ces deux métaux, l'Étain & le Plomb, qui calcinés séparément, auroient dû augmenter de poids considérablement, étant calcinés ensemble, n'ont augmenté que de 31 grains par once, ce qui est peu en comparaison de l'augmentation des chaux dont il a été parlé précédemment. Il n'y a point eu de différence dans la manière d'opérer, & même pour rendre l'observation plus certaine par rapport à cette singularité, l'opération a été répétée, & il n'y a eu aucune différence en plus.

Le Zinc substitué au Plomb, pour faire toujours l'alliage de l'Étain à 20 pour 100, a donné un métal fort blanc qui peut encore se planer un peu, & qui se plie & se replie deux ou trois fois sans se casser ; mais il est très-aisé à fondre, & aussi-tôt qu'il est en fonte un peu rouge, le Zinc le quitte & s'élève en fleurs, blanches au haut du creuset, & grises dans la partie qui touche à l'Étain. Les premières calcinations de l'Étain qui reste après que le Zinc s'est séparé, n'ont rien de plus particulier que celles des autres Etains fins dont il a été parlé. La quatrième & la cinquième ont pris seulement une couleur un peu cendrée.

Toutes ces chaux recalcinées en trois portions ou lots, sont restées aussi blanches que les chaux du *Melac* & du *Brenças*. Le mélange a augmenté de 64 grains par once.

J'ai dit ci-devant que le Zinc doit colorer la chaux d'Étain

d'une teinte tannée & terreuse s'il se calcine sans déflagrer. Or il se calcine ainsi s'il entre dans l'alliage en petite quantité, parce que l'Étain fera alors le même effet sur le Zinc qu'un couvercle exactement luté au creuset dans lequel on calcineroit ce minéral, en empêchant le contact de l'air extérieur ; car tant que ce minéral en fusion n'a point de communication avec l'air, il ne peut fulminer, & on le trouve réduit presque tout entier dans le creuset en une matière peu différente, quant à la couleur, de la terre d'ombre des Peintres. Cette observation sera plus étendue dans le troisième Mémoire que M. Hellot doit donner sur le Zinc.

J'ai fait un alliage d'Étain vierge avec quatre pour cent de Cuivre de Rosette, ce qui fait un métal un peu sec, mais assez blanc dans sa coupe. Une once de ce mélange, traité comme les précédents, a donné des végétations en choux-fleurs, élevées de 5 à 6 lignes, en partie blanches, en partie teintées de noir par la fumée qui s'en élevoit : elles se sont allumées d'espace en espace comme celles dont il a été parlé précédemment ; & les chaux ayant été calcinées une seconde fois en trois lots, le premier s'est trouvé d'un gris cendré : c'est une chaux blanche qui reste teinte malgré la seconde calcination de cette trace noire qu'avoit laissée sur la végétation précédente la fumée qui s'élevoit du métal en bain. Le second lot étoit d'un jaune verdâtre. Enfin le dernier avoit une couleur brune tirant sur le rouge, parce que c'est dans cette dernière chaux que reste la plus grande partie du Cuivre calciné en *Æs ustum*. Ce mélange augmente à la calcination d'un gros 46 grains par once.

Le Bismuth allié à l'Étain vierge au poids de 20 pour cent, donne un métal si aigre, qu'il casse pour peu qu'on veuille le plier. Lorsqu'on le calcine, il donne des croûtes fort dures, d'un blanc jaunâtre, qui s'enlèvent sans se rompre. Il y a eu peu de végétations dans les quatre premiers feux, mais au cinquième la croûte ou pellicule s'est élevée en champignon, & sous ce champignon dérangé j'ai vu de petites fulgurations dans le bain. La chaux de ce cinquième feu étoit

rougeâtre; les précédentes d'un blanc jaunâtre sale. Ces chaux recalcinées en trois lots, le premier est resté d'un jaune tirant sur le couleur de paille affoibli; le second un peu plus jaune, & le troisième de la couleur du Tripoli de Venise. Ces jaunes sont aisés à distinguer du jaune que donne le Plomb: ce dernier est citronné, les autres sont terreux. La chaux d'Etain qu'on achete actuellement chés les Potiers d'Etain, & qui sert, comme on sçait, à polir différents ouvrages, est à peu-près de cette couleur. Une once de ce mélange de Bismuth & d'Etain augmente d'un gros 5 2 grains dans la calcination.

Vingt pour cent de Régule d'Antimoine fondu avec l'Etain vierge, donne un métal assés blanc, mais aigre, & presque aussi cassant que le précédent. En le calcinant, il s'en élève beaucoup de vapeurs blanches. Les premières chaux sont d'un gris de cendre clair; il ne se fait point de végétation, & il y a peu de parties qui s'allument: la dernière chaux est comme de l'ardoise pilée. Cette couleur ardoisée s'observe aussi dans la calcination de l'Antiheclique de Poterius, lorsqu'on ne l'a pas calciné avec une quantité suffisante de Nitre pour enlever tout le Soufre du Régule d'Antimoine, & en faire un diaphorétique parfait, ou lorsque le feu n'a pas été assés vif pendant la fonte des matières.

Ces chaux d'Antimoine & d'Etain calcinées une seconde fois, fument encore, & blanchissent un peu, parce que pendant la seconde calcination il s'évapore encore du Régule qui fait la teinte ardoisée. Ce mélange augmente d'un gros & 6 grains par once pendant la calcination.

Il n'est pas surprenant que des alliages à 20 pour 100, donnent des chaux si sensiblement colorées, mais il le sera qu'une chaux d'Etain vierge, dans laquelle je ne mets qu'un pour cent de Plomb, soit, sur-tout la dernière, teinte d'une couleur de gris de perle cendré, qui la distingue d'une semblable dernière chaux de l'Etain vierge calciné sans alliage; ce qui prouve encore que l'Etain est toujours le premier qui se calcine, & qu'ainsi il faut faire les calcinations de ce métal à plusieurs reprises pour séparer les premières chaux des

dernières, si l'on veut avoir quelque connoissance de l'alliage qui y est entré. La plupart de ces différences s'apperçoivent encore dans les dissolutions de ce métal par les acides dont je réserve le détail pour la seconde Partie de ce Mémoire. Je finirai cette première Partie par l'observation suivante.

C'est que tous les Creusets qui m'ont servi à calciner les Étains fins, & qui la plupart ont été jusqu'à 15 & 18 fois au feu, ayant commencé à se vitrifier, la partie d'embas de ces Creusets & le support qui leur a servi, se sont enduits d'un Verre pourpre : les Creusets qui ont servi aux Étains communs, ou ceux que j'avois alliés de 20 pour 100, n'ont point pris cette belle couleur, qu'on ne peut guere attribuer qu'au Soufre de l'Étain, qui se joignant au sable & à la partie ferrugineuse de la terre de ces Creusets, donne cette teinte à la vitrification, qui sans l'Étain ne seroit que rouge si le Fer y domine, ou jaune si c'est du Plomb.



SUR LA PROPAGATION DU SON.

Par M. CASSINI DE THURY.

16 Avril
1738.

QUOIQ'ON ait toujours remarqué que le Son employoit plus ou moins de temps à se transmettre à nous suivant que nous sommes plus ou moins éloignés du lieu où il est produit, cependant il ne paroît pas que l'on ait encore déterminé avec toute la précision requise l'espace qu'il parcourt dans un temps donné, & qu'on ait fait toutes les expériences nécessaires pour constater si sa vitesse est toujours uniforme dans les plus petites comme dans les plus grandes distances, & s'il y arrive des variétés suivant les différentes circonstances des temps; du jour & de la nuit, du temps serein ou de la pluie, de la force & de la direction des vents.

Entre les plus exactes observations qui en ont été faites jusqu'à présent, on trouve celles qui sont rapportées dans les Mémoires de l'Académie *del Cimento* de Florence, & dans les Transactions Philosophiques du mois de Janvier 1708 par M. Derham.

Il paroît par ces dernières que l'on n'étoit pas encore d'accord sur le temps que le Son employe à parcourir un espace déterminé, puisque par le résultat des expériences faites par divers Auteurs, qui y sont rapportées, il s'y trouve des différences très-considérables, ce qu'on attribué avec raison à ce qu'on n'avoit pas employé jusqu'alors des espaces assez grands pour déterminer la vitesse du Son avec la précision requise.

Suivant les observations faites par l'Académie des Sciences, & rapportées par M. du Hamel, on a trouvé que le Son employe une seconde à parcourir 180 toises ou 1080 pieds de Roi. Cet espace, quoique plus petit que la plupart de ceux que l'on avoit supposés auparavant, se trouvoit encore plus grand que celui qu'on avoit observé en Italie & en Angleterre, ainsi

ainsi il étoit nécessaire de s'assurer de sa quantité avec toute la précision possible.

C'est ce que l'Académie a jugé à propos de faire exécuter, & dont elle nous a fait l'honneur de nous charger avec M. Maraldi, l'Abbé de la Caille, & diverses autres personnes exercées aux observations.

Pour le faire avec le plus d'exactitude qu'il seroit possible, il convenoit d'employer des distances beaucoup plus grandes que celles dont on s'étoit servi jusqu'à présent, afin que les erreurs que l'on peut commettre dans la mesure du Temps, étant distribuées dans un plus grand intervalle, n'en pussent produire qu'une très-petite dans la mesure de la vitesse du Son.

Nous choisîmes pour cet effet l'Observatoire, Montmartre, la Tour de Mont-lehery, Dammartin, & divers autres lieux visibles les uns des autres, dont les distances étoient pour la plupart connues exactement par les observations qui y ont été faites ci-devant pour déterminer la Méridienne & le Parallèle de Paris.

Nos premiers essais furent à l'Observatoire, à Montmartre & au Moulin de Fontenay-aux-Roses, où nous fîmes tirer pendant la nuit plusieurs Boîtes successivement. Mais comme la direction du vent, qui étoit favorable dans un sens, se trouvoit contraire dans un autre, ce qui faisoit que l'on ne pouvoit pas entendre réciproquement de ces divers endroits le bruit de ces Boîtes, nous jugeâmes qu'il falloit y employer les plus gros Canons que nous pourrions trouver, & nous eûmes recours à M. le Prevôt des Marchands, qui voulut bien nous prêter tous ceux de la Ville dont nous aurions besoin.

Le plus gros étoit de 12 livres de balle, & nous le fîmes conduire à Montmartre près de la Pyramide que l'on y a dressée par ordre du Roy sur le Méridien de l'Observatoire.

Le second étoit de 8 livres de balle, & on l'envoya au pied de la Tour de Mont-lehery, d'où l'on découvre, de même que de Montmartre, un grand nombre d'objets à une très-grande distance.

Voici la règle & l'ordre que nous nous prescrivîmes pour

Mem. 1738.

R

faire ces expériences, & il ne sera peut-être pas inutile de les rapporter ici, afin que l'on puisse juger de l'exactitude que l'on en pouvoit attendre.

On avoit placé le premier jour à Mont-lehery, à Montmartre, au Moulin de Fontenay & à l'Observatoire, deux Observateurs à chacun de ces endroits avec des Pendules & des Montres à secondes, afin de marquer le moment que l'on verroit la lumière du Canon, & compter l'intervalle du temps écoulé entre cette lumière & le Son qui devoit succéder; car dans de pareilles distances l'on doit compter pour rien le temps de la propagation de la lumière, ayant calculé qu'elle n'emploieroit qu'environ 2 secondes pour venir de la Lune à la Terre.

A $9^h 25'$ on devoit tirer à l'Observatoire une Boîte chargée d'une livre de poudre pour servir de signal, qui devoit être suivi de deux coups de Canon tirés à Montmartre, l'un à $9^h 30'$, & l'autre à $9^h 50'$.

On devoit ensuite tirer deux autres coups de Canon à Mont-lehery, le premier à $10^h 0'$, & le second à $10^h 20'$.

Chacun de ces Observateurs comptoit séparément les vibrations de la Pendule que l'on avoit placée dans l'endroit même d'où l'on voyoit le feu du Canon, à la réserve de Mont-lehery, où je fus obligé de la mettre dans la Tour, où je faisois compter les vibrations pour les entendre du lieu où j'observois, qui en étoit éloigné de 4 à 5 toises.

Dès la première observation, qui fut faite le 13 Mars, cela s'exécuta ponctuellement, le vent étoit Nord & assez grand, les deux coups de Canon tirés à Montmartre, furent entendus de Mont-lehery, le premier $1' 22'' \frac{1}{2}$ & le second $1' 23''$ après la lumière.

On les entendit de l'Observatoire $16''$ après le feu. La Boîte tirée à l'Observatoire, fut entendue à Fontenay $18'' \frac{3}{4}$ après la lumière, & les deux coups de Canon tirés à Montmartre $32'' \frac{1}{4}$ après le feu.

A l'égard du Canon qu'on tira ensuite à Mont-lehery, on en vit le feu très-distinctement, mais on n'en put pas entendre

le bruit d'aucun des trois autres endroits, à cause du vent qui étoit contraire à la direction du Son.

On eut dans cette observation, par le moyen du Son, les dimensions d'un Triangle qui se termine à l'Observatoire, à Montmartre & au Moulin de Fontenay-aux-Roses, & dont les côtés se sont trouvés dans le rapport de $16''$, $18''\frac{1}{4}$ & $32''\frac{1}{4}$ à très-peu près conformes aux distances que nous avions déterminées entre ces lieux par des opérations Trigonométriques, celle du Moulin de Fontenay à l'Observatoire étant de 3268 toises, de l'Observatoire à la Pyramide de Montmartre, de 2931 toises, & de Montmartre à Fontenay-aux-Roses, de 5788 toises.

Comme le Moulin de Fontenay-aux-Roses étoit éloigné de plusieurs degrés de la direction de Montmartre à Mont-lehery, & qu'il étoit à souhaiter de pouvoir faire des observations dans des lieux intermédiaires, qui fussent en même temps dans la direction des deux endroits où étoient placés les Canons, afin de juger si la somme du temps que le Son employe à parvenir à chacun de ces lieux, est égale au temps qu'il employe à parvenir d'une extrémité à l'autre, nous envoyâmes le lendemain en chercher quelqu'un qui fût dans la situation requise; & sur le rapport qui nous fut fait que l'on appercevoit du Château de Lay, Montmartre, l'Observatoire & Mont-lehery, que ce lieu étoit à peu-près sur la Méridienne de Paris, & très-commode pour y observer à l'abri des injures du temps, deux Observateurs s'y rendirent le soir avec une Pendule & une Montre à demi-secondes.

Le vent étoit au coucher du Soleil Oüest-nord-est très-foible, dans une direction perpendiculaire à celle de Mont-lehery à Montmartre, il devint ensuite presque entièrement calme, & il survint une pluie qui dura presque toute la nuit, ce qui nous fit craindre non seulement de ne pas entendre le bruit du Canon de Mont-lehery, mais même de ne pouvoir pas en distinguer la lumière.

A $9^h 25'$, on tira comme le jour précédent à l'Observatoire la Boîte qui devoit servir de signal, qui fit un bruit sans

comparaison plus grand que le jour précédent, & qui retentit dans l'air l'espace de plusieurs secondes, quoiqu'elle ne fut chargée que de la même quantité de poudre. Cette Boîte fut entendue à Montmartre $17''$ & à Lay $20''$ après qu'on eut vu le feu. A Mont-lehery on compta $1' 8'' \frac{1}{2}$ entre la lumière & le bruit qui retentit dans toute la vallée, & fit un murmure dans l'air qui dura quelques secondes.

A $9^h 30'$ le premier coup de Canon tiré à Montmartre fut entendu à l'Observatoire $16''$, à Lay $36''$ & à Mont-lehery $1' 25''$ après le feu, plus tard de $2'' \frac{1}{4}$ que le jour précédent où le vent étoit favorable à la direction du Son.

Le second coup de Canon fut entendu à l'Observatoire $16'' \frac{1}{2}$ & à Lay $36''$ après la lumière. La grande foule de peuple qui étoit accourue à Mont-lehery, empêcha d'en faire l'observation exactement.

A $10^h 0'$ le premier coup de Canon tiré de Mont-lehery fut entendu à Lay $48''$ & à l'Observatoire $1' 7'' \frac{1}{2}$ après la lumière, mais on ne put en entendre le bruit à Montmartre, non plus que du second coup de Canon qui fut entendu à Lay $48''$ & à l'Observatoire un peu moins de $1' 8''$ après la lumière.

Le feu du Canon parut nonobstant la pluie qui continuoit toujours, d'une vivacité extraordinaire, beaucoup plus grand que le jour précédent, ce que nous jugeâmes provenir de ce que la nuit étoit extrêmement sombre.

Suivant ces observations, on trouve que depuis Mont-lehery jusqu'à Lay, l'intervalle de temps entre le Son & la lumière a été de $48''$, depuis Lay jusqu'à l'Observatoire de $20''$, & depuis l'Observatoire jusqu'à Montmartre de $16'' \frac{1}{2}$, l'une portant l'autre. Les joignant ensemble, on aura $1' 24' \frac{1}{2}$, dont il faut retrancher environ une demi-seconde, à cause que ces quatre lieux ne sont pas exactement dans la même direction, & l'on aura le temps que le Son a employé à parcourir toute cette distance de $1' 24''$, plus petit seulement d'une seconde que celui que l'on a observé immédiatement d'une extrémité à l'autre, ce qui pourroit faire juger que le

Son ralentit la vitesse à mesure qu'il s'éloigne du lieu qui la produit, si l'on pouvoit s'assurer de pouvoir arriver à la précision d'une seconde sur quatre observations.

Cette observation est encore remarquable, en ce qu'on entendit dans la même nuit de l'Observatoire & de Mont-lehery réciproquement le bruit qui avoit été produit dans ces deux endroits, ce qui n'avoit pas encore été exécuté, & qui étoit cependant nécessaire pour s'assurer de la quantité exacte de la vitesse du Son, parce que les mêmes causes qui peuvent l'accélérer ou la retarder, agissant en sens contraire dans les deux directions différentes, le milieu entre les deux observations doit donner la mesure exacte de la vitesse du Son, qui a été de 1' 8" dans l'espace de 1 1756 toises, ce qui est à raison de 173 toises par seconde.

Le sur-lendemain 16 Mars, le vent étoit médiocre, Ouest-nord-ouest, dans une direction perpendiculaire à celle de Montmartre à Mont-lehery, & le Ciel étoit serein.

A 9^h 25' on tira à l'Observatoire la Boîte, qui ne fit pas à beaucoup près autant de bruit que le jour précédent, elle fut entendue à Montmartre 16^h $\frac{1}{2}$, à Lay 20" & à Mont-lehery 1' 8" $\frac{1}{2}$ après la lumière.

Les coups de Canon que l'on tira ensuite de Montmartre furent entendus tous les deux, à l'Observatoire 16^h $\frac{1}{2}$, à Lay 36 $\frac{1}{2}$ & à Mont-lehery 1' 24" $\frac{1}{2}$ après la lumière.

A 10^h le premier coup de Canon tiré de Mont-lehery, fut entendu à Lay 49" & à l'Observatoire 1' 8" après la lumière.

Le second coup de Canon fut entendu à Lay 48" $\frac{1}{2}$ après le feu, mais on ne put l'entendre ni à l'Observatoire ni à Montmartre, ce que nous jugeâmes provenir d'un murmure qu'on entendit alors dans Paris, causé principalement par le vent qui se réfléchissoit contre les édifices de cette Ville, ce qui étoit confirmé par l'observation précédente, où il regnoit un grand calme après que le vent eut cessé.

En ajoutant, comme l'on a fait dans l'observation du 14 Mars, le temps que le Son a employé à parcourir les espaces

entre Montmartre, l'Observatoire, Lay & Mont-lehery, on a pour la somme totale $1' 25'' \frac{1}{4}$, dont retranchant une demi-seconde, parce que ces lieux ne sont pas précisément dans la même direction, on aura le temps que le Son a employé à parcourir ces espaces intermédiaires de $1' 24'' \frac{1}{4}$, plus grand d'un quart de seconde seulement que celui qui a été observé immédiatement entre Montmartre & Mont-lehery, au lieu qu'on l'avoit trouvé dans l'observation précédente plus petit d'une seconde; d'où il suit que la propagation du Son se fait dans un temps à très-peu près proportionnel aux différentes distances qu'il parcourt, ce qui étoit une des propriétés de cette propagation des plus nécessaires à éclaircir.

On eut en même temps occasion de confirmer l'expérience de la vitesse du Son, observée dans une même nuit réciproquement à l'Observatoire & à Mont-lehery, qui fut trouvée de $1' 8'' \frac{1}{4}$ dans cet intervalle, qui est de $1' 17'' 56$ toises à un quart de seconde près de celle qui résultoit de l'observation précédente.

Partageant $1' 17'' 56$ toises par ce nombre, on aura la vitesse du Son de 172 toises 1 pied $\frac{1}{2}$ en une seconde. Partageant de même la distance de Mont-lehery à Montmartre, qui est de 14636 par $1' 24'' \frac{1}{2}$, temps que le Son a employé à parcourir cet intervalle, on aura la vitesse du Son dans une seconde, de 173 toises, à 4 pieds près de celle qui résulte de l'observation faite entre Mont-lehery & l'Observatoire.

Il est à remarquer que le Son employant, suivant nos observations, $1' 25''$ ou 170 demi-secondes à parvenir de Montmartre à Mont-lehery, cette quantité diffère peu du nombre de toises qu'il parcourt en une seconde, & qu'ainsi une demi-seconde d'erreur dans l'observation, ne produit qu'une toise de différence sur la mesure de la vitesse du Son. D'où il suit que puisque toutes les observations que nous avons faites dans un temps calme, ou lorsque le vent étoit dans une direction transversale, ne s'éloignent entr'elles tout au plus que d'une demi-seconde, on peut s'assurer d'avoir la mesure de la vitesse du Son à une toise près.

Prenant donc un milieu entre le résultat de toutes les observations que nous venons de rapporter, on aura la vitesse du Son de 173 toises ou 1038 pieds de Roy par seconde lorsque le temps est calme, ou lorsque le vent est dans une direction transverse à l'égard de celle du lieu où le Son est produit, à celui d'où on l'entend.

Suivant les observations faites en Angleterre par M. Derham, la vitesse du Son a été déterminée de 1142 pieds Anglois dans une seconde, conforme à celle qui avoit été déterminée par M.^{rs} Flamsteed & Halley, & que M. Newton a déduit de ses Principes dans sa seconde Edition, en y faisant les Equations qu'il a jugé convenables depuis sa première Edition, où il ne l'avoit supposée que de 968 pieds.

Réduisant cette mesure à la nôtre suivant la proportion du pied de Roy à celui de Londres qui avoit été supposé par M. Picard, comme 144 à 135, mais qui par les dernières mesures prises avec un très-grand soin, qui nous ont été communiquées par la Société Royale de Londres, est plus précisément comme 864 à 811, on aura la vitesse du Son observée en Angleterre de 1072 pieds en une seconde, quoique la plus petite de toutes celles qui avoient été déterminées jusqu'à présent, se trouve encore plus grande de 34 pieds que celle qui résulte de nos observations, qui ont non seulement l'avantage d'avoir été faites dans de plus grandes distances, mais même d'avoir été exécutées réciproquement d'un lieu à un autre dans un même jour, ce que l'on n'avoit pas encore essayé jusqu'à présent.

Cette différence de 34 pieds entre nos observations & celles d'Angleterre en auroit produit une de près de 3 secondes sur tout l'intervalle entre Mont-lehery & Montmartre, ce que l'on ne peut point attribuer au défaut des observations, puisqu'il ne s'y est jamais trouvé une différence de plus d'une demi-seconde.

A l'égard de la vitesse du Son suivant les différentes directions du vent, il paroît par les observations que nous venons de rapporter, qu'elle est plus grande lorsque le vent

136 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

est dans la direction du lieu où le Son est produit, que lorsqu'il est dans une direction transversale, ou que le temps est calme, puisque dans l'observation du 13 Mars, le vent étant Nord, le bruit du Canon de Montmartre a été entendu environ 2" plutôt que dans les observations suivantes des 14 & 16 du même mois, ce qui est conforme aux expériences de M. Derham, & qu'il étoit d'autant plus nécessaire de vérifier, que par les observations faites en France, on n'avoit trouvé aucune différence dans la vitesse du Son, dans quelque direction que fût le vent.

Pour s'en éclaircir plus parfaitement, il falloit attendre que le vent fût dans la direction opposée à celle où il étoit le 13 Mars, ce qui nous fit différer nos observations jusqu'au 19 du même mois que le vent s'étant tourné vers le Sud, nous envoyâmes faire tirer le Canon de Mont-lehery.

On commença par le signal ordinaire, qui fut de tirer à 9^h 25' à l'Observatoire la Boîte, qui fut entendue à Montmartre 16" après qu'on eut aperçû le feu, mais dont l'on ne vit que la lumière à Lay & à Mont-lehery.

A 9^h 30' & à 9^h 50' on tira le Canon à Montmartre, dont on vit le feu, mais dont le bruit ne fut pas entendu à Mont-lehery, à Lay, ni même à l'Observatoire, quoique la distance ne fût que de 2931 toises, à cause du vent de Sud qui étoit fort grand, & dans une direction contraire à celle du lieu où étoit produit le Son.

A l'égard des deux coups de Canon tirés à Mont-lehery; ils furent entendus très-distinctement dans ces trois endroits, on compta à Lay 46¹/₂", à l'Observatoire 1' 4³/₄" & à Montmartre 1' 20¹/₄" entre la lumière & le bruit; on avoit trouvé le 14 & le 15, par un temps calme & un vent transversal, entre la lumière & le bruit du Canon tiré de Mont-lehery, à Lay 48¹/₂", à l'Observatoire 1' 8", & on avoit entendu à Mont-lehery le Canon de Montmartre 1' 24¹/₂" après la lumière. Ainsi il est évident par cette observation, où il se trouve une différence de 4" dans la progression du Son sur l'intervalle entre Montmartre & Mont-lehery, que les différences

différentes directions du vent changent considérablement la vitesse du Son.

A 10^h le Thermometre étoit à 6° au dessus de la congélation de l'eau, & la hauteur du Barometre étoit de 27 pouces.

On continua les mêmes expériences le lendemain par un vent moins fort, mais dans la même direction que le jour précédent.

La Boîte de l'Observatoire fut entenduë à Montmartre 16'' $\frac{1}{2}$ après la lumière, & on y compta entre le bruit & le feu des Canons tirés à Mont-lehery la première fois 1' 21'', & la seconde fois 1' 21'' $\frac{1}{2}$.

A l'Observatoire les deux coups de Canon tirés de Montmartre, furent entendus 17'' $\frac{1}{2}$ après la lumière, & on compta 1' 6'' entre le feu & les coups de Canon tirés de Mont-lehery dont le bruit étoit plus fort que celui qui venoit de Montmartre, qui est à une distance quatre fois plus petite.

A Lay on n'entendit ni la Boîte ni les Canons d'aucun de ces endroits, à cause du bruit causé par un vent impétueux qu'il y faisoit alors, quoiqu'il fut très-médiocre à l'Observatoire, ce qui fait voir que pour s'assurer de la mesure exacte du Son, il faut choisir un temps calme, & qui le soit dans toute l'étendue de terrain par où le Son se transmet, comme il nous a réussi de le faire dans l'observation du 14 Mars, ou, ce qui revient au même, entendre le Son réciproquement de l'un à l'autre dans le même temps, & prendre le milieu entre les deux déterminations, parce qu'alors la même cause qui l'accelere dans un sens, doit le retarder en sens contraire.

On voit par cette dernière expérience que le Son s'étoit transmis avec plus de vitesse que lorsque l'air étoit calme, mais que cependant il avoit été plus lent que le jour précédent, comme il devoit arriver, parce que le vent, quoique dans la même direction, étoit moins fort dans la plupart des endroits où l'on avoit fait cette observation. On voit aussi

une différence entre la vitesse réciproque du Son d'une seconde toute entière dans la distance de l'Observatoire à Montmartre, le vent qui étoit favorable dans un des sens, se trouvant contraire dans l'autre.

Cette expérience, jointe à toutes les précédentes, est une preuve que les différentes directions du vent contribuent à accélérer ou à retarder la vitesse du Son, dont on peut donner aisément la raison, soit que la propagation du Son se fasse par le ressort de l'air, soit par la communication d'une matière propre à le transmettre, pourvu que l'air en soit le véhicule.

Car si l'on suppose, par exemple, un ressort, qui dans le temps qu'il se débande, est poussé par quelque force suivant la même direction, il est certain qu'après s'être débandé, l'extrémité de ce ressort se trouvera plus éloignée de l'endroit qu'elle occupoit lorsqu'il étoit comprimé, de toute la quantité de l'extension de ce ressort plus celle du mouvement qu'on lui a imprimé.

Il en est de même si l'air n'est que le véhicule de la matière qui est destinée à transmettre le Son, que l'on peut considérer comme un corps ou une Boule que l'on fait mouvoir dans un Bateau qui suit le cours de la Rivière, & qui en choque successivement plusieurs autres dans la même direction, la dernière de ces Boules se trouvera plus éloignée du lieu où le Bateau est parti, qu'elle ne l'auroit été si le Bateau avoit été en repos de toute la quantité dont il s'est avancé, lorsque le mouvement imprimé à la Boule est suivant la direction du cours de l'eau ; & elle s'en trouvera au contraire plus près de la même quantité, lorsque la direction du mouvement de la Boule est en sens contraire.

Toutes les observations que nous avons faites jusqu'alors, avoient été exécutées pendant la nuit, qui est le temps le plus propre pour ces sortes d'expériences, non seulement parce qu'on y apperçoit distinctement la lumière du Canon ou des autres Armes à feu, mais parce qu'on en entend plus facilement le bruit ; & il y avoit bien de l'apparence que la vitesse du Son y seroit la même que pendant le jour. Cependant

pour ne laisser rien à désirer, on fit tirer le 21 Mars, le vent étant très-foible vers le Nord, le Canon de Mont-lehery à 6^h après-midi, un peu avant le coucher du Soleil ; il avoit plû pendant presque toute la journée, & le Ciel étoit couvert de sorte qu'on ne pouvoit distinguer de l'Observatoire la Tour de Mont-lehery, à laquelle on ne laissa pas de pointer une Lunette, parce qu'on sçavoit sa position à l'égard des objets qui sont aux environs de Paris.

A 6^h o' on vit paroître par la Lunette la lumière du Canon tiré de Mont-lehery, de la grandeur de Jupiter vû par cette Lunette, & on entendit le coup 1' 8" après l'éclair. Cette lumière ne put pas être apperçûe à la vûe simple, mais à 6^h 3 o', l'air étant calme, on distingua, quoique foiblement, sans le secours de la Lunette, celle du second coup de Canon, & on compta 1' 8" & un peu plus entre le bruit & la lumière, de même que celle que l'on avoit déterminée par l'observation du 14 Mars, faite dans un temps semblable.

Nous avons remarqué par nos expériences, qu'il y a des lieux beaucoup plus propres pour entendre le Son que d'autres, quoiqu'à une même distance, ce qui paroïssoit provenir de la disposition du terrain par où le Son se communique, & il étoit nécessaire de s'assurer si cette disposition ne pouvoit pas contribuer à accélérer ou retarder sa vitesse. Dans l'étenduë de Montmartre à Mont-lehery il y a toute la Ville de Paris à traverser, avec la Rivière de Seine & un grand nombre de Côteaux, au lieu que de Montmartre à Dammartin il n'y a qu'une vaste plaine sans d'autres hauteurs considérables que celles de ces objets qui sont aux deux extrémités ; c'est ce qui me détermina d'y aller passer quelques jours pour y faire des observations, d'autant plus que la distance à Montmartre, qui est de 16079 toises, excède celles que l'on avoit choisies jusqu'alors.

On ne changea presque rien à l'ordre qu'on s'étoit prescrit auparavant. On dirigea vers Dammartin la bouche du Canon de Montmartre, qui avoit été tournée auparavant vers Mont-lehery : on fit tirer une Boîte à Montmartre pour servir de

signal, & au lieu de deux coups de Canon que l'on y avoit tirés de même qu'à Mont-lehery, on en fit tirer trois à chacun de ces endroits. Nous ne manquions point de munitions, M. d'Angervilliers, Ministre & Secrétaire d'Etat de la Guerre, ayant bien voulu contribuer au succès de nos expériences, en donnant les ordres nécessaires pour que l'on nous fournît toute la Poudre dont nous aurions besoin.

Le 24 Mars le vent étoit Nord, assez grand, à peu-près de la même force que le 19, mais en sens contraire, ce qui nous fit juger que l'on n'entendrait point de l'Observatoire le Canon de Mont-lehery, cependant on entendit deux coups très-distinctement, le premier $1' 10'' \frac{1}{2}$ & le second $1' 11''$ après la lumière. Cette observation est d'autant plus singulière, que le vent étoit directement contraire à l'endroit d'où venoit le Son, & étoit aussi grand que celui du 19 Mars, qui avoit empêché d'entendre de l'Observatoire le Canon tiré à Montmartre, quoique la distance ne fût que le quart de celle de Mont-lehery; mais ce qu'il y eut encore de plus remarquable, est que dans la même nuit le Canon tiré de Montmartre ne fut pas entendu à Mont-lehery, quoique le vent fut précisément dans cette direction. On avoit fait une observation semblable le 20 Mars à Lay, ce qui nous fit juger que cela provenoit du bruit causé par le vent, quoique favorable, qui empêchoit d'entendre celui du Canon.

En comparant cette observation avec celle du 19 Mars, où l'on avoit compté $1'$ & près de $5''$ entre le bruit & la lumière par un vent d'un sens contraire, on trouve que la vitesse du Son a été retardée par l'effet du vent, de la quantité de 6 secondes, qui est environ la douzième partie de la vitesse totale.

Prenant un milieu entre ces différentes vitesses, on aura celle du Son, dans l'intervalle entre l'Observatoire & Mont-lehery, de $1' 7'' \frac{2}{3}$, à un quart de seconde près de celle que l'on a déterminée dans un temps tranquille.

A l'égard de Dammartin, pendant les quatre jours que j'y restai pour entendre le Canon tiré à Montmartre & à Mont-lehery, le vent qui étoit presque toujours Nord, tirant vers le

Nord-ouïest, & par conséquent dans une direction peu favorable, ne me permit que d'entendre celui qui fut tiré à Montmartre le 25 Mars, le vent étant au Nord, tirant vers l'Est, plus foible que le jour précédent, mais dans une direction presque contraire à celle de Dammartin à Montmartre, & différente de celle de l'Observatoire, où il étoit Nord-ouïest.

Un tourbillon de vent empêcha d'entendre le bruit du premier coup de Canon, mais on entendit distinctement les deux autres, le premier $1' 34''$ & le second $1' 34''$ & un peu plus après la lumière.

A Mont-lehery les mêmes coups de Canon furent entendus $1' 23''$ après la lumière; on y entendit aussi dans le même intervalle de temps le bruit de la Boîte tirée à Montmartre, quoiqu'elle ne fut chargée que d'une demi-livre de poudre.

Suivant ces observations, la vitesse du Son dans l'intervalle entre la Pyramide de Montmartre & le Clocher de Dammartin, qui est de 16079 toises, ne seroit que de 170 toises par seconde, au lieu qu'elle a été dans le même temps de 176 toises $\frac{1}{2}$ dans l'intervalle entre Mont-lehery & Montmartre, ce qui vient de la direction du vent qui étoit plus favorable dans un sens que dans l'autre.

Prenant un milieu entre ces deux déterminations, l'on aura la vitesse moyenne du Son de 173 toises $\frac{1}{4}$, à peu-près de même qu'on l'avoit trouvée par un temps calme.

Dans ces observations on a eu soin de marquer la hauteur du Thermometre & du Barometre; celle du Thermometre a toujours été entre le 4 & le 6.^{me} degré au dessus de la congélation.

A l'égard du Barometre, la plus grande variation a été observée de 8 lign. $\frac{3}{4}$, le Mercure étant le 16 Mars à la hauteur de 27 pouc. 1 1 lign. & le 21 du même mois à celle de 27 pouc. 2 lign. $\frac{1}{4}$; & cependant dans ces deux observations faites, la première lorsque le vent étoit dans une direction transversale, & la seconde par un temps calme, la vitesse du Son a été trouvée de la même quantité.

De toutes ces observations il résulte, 1.^o Que la vitesse
S iij.

142 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

du Son, par un temps calme, est de 173 toises par secondes, & qu'elle est à peu-près de la même quantité lorsque le vent est dans une direction perpendiculaire à celle de l'endroit où est produit le Son & de celui où on l'entend.

2.^o Que le Son plus ou moins fort, se transmet avec le même degré de vitesse, puisqu'on a entendu de Mont-lehery le bruit d'une Boîte, chargée seulement d'une demi-livre de poudre, tirée à Montmartre, dans le même temps après la lumière, que les coups de Canon qui furent tirés successivement, & dont la charge étoit de près de six livres.

3.^o Que la vitesse du Son est la même dans un temps serein que dans un temps pluvieux.

4.^o Qu'elle est aussi de même le jour que la nuit.

5.^o Que la vitesse du Son est égale dans les petits intervalles comme dans les grands sans se rallentir, puisqu'en ajoutant ensemble le nombre de secondes que le Son a employé à parvenir de Montmartre à l'Observatoire, de l'Observatoire à Lay, de Lay à Mont-lehery; & déduisant ce qui convient pour les détours, leur somme est à peu-près égale au temps qu'il a employé immédiatement de Montmartre à Mont-lehery.

6.^o Que la vitesse du Son est de la même quantité, soit que le Canon soit dirigé vers l'endroit où on l'entend, soit que ce soit en sens contraire, puisque l'ayant tourné vers le Nord, on l'a entendu tant de l'Observatoire que de Mont-lehery dans le même intervalle de temps après la lumière que lorsqu'il étoit dirigé vers le Midi. Il en est de même dans les différentes inclinaisons, puisque le bruit des Boîtes, dont la direction est perpendiculaire à l'horison, s'est transmis dans le même intervalle de temps que celui des Canons.

7.^o Que la différente direction du vent contribue à accélérer ou retarder la vitesse du Son d'une quantité que nous avons jugée être à peu-près la même que celle du vent qu'il faisoit alors; d'où il résulte que la vitesse du Son est de 173 toises plus ou moins celle du vent, selon qu'il est dans une direction favorable ou contraire: on pourra par ce moyen, connoissant la vitesse & la direction du vent, calculer celle du Son dans tous les temps, & réciproquement.

8.^o Que la différente disposition du terrain par où le Son se transmet, ne contribué pas à augmenter ou diminuer sensiblement sa vitesse; d'où il suit qu'il se communique en ligne droite sans suivre les détours, comme quelques-uns l'avoient pensé.

En dernier lieu, que la différente pesanteur de l'air ne produit aucune différence sensible dans la vitesse du Son, puisque le 21 Mars, le Barometre étant à la hauteur de 27 pouces 2 lign. $\frac{1}{4}$ pendant un temps calme, l'intervalle entre la lumière & le bruit du Canon tiré de Mont-lehery, fut trouvé à l'Observatoire de la même quantité que le 16 du même mois, que le Barometre étoit à la hauteur de 27 pouces 11 lignes par un vent transversal, qui, comme nous l'avons remarqué, n'augmente pas la vitesse du Son.

Voilà à peu-près à quoi se réduisent les expériences que l'on pouvoit faire sur la propagation du Son, qui semblent ne laisser rien à desirer, si ce n'est peut-être qu'on les exécute en différentes saisons & sous divers climats, ce que nous nous proposons de faire dans le Voyage que nous allons entreprendre par ordre du Roy dans la partie méridionale de la France.

La vitesse du Son étant une fois connue, on peut la regarder comme une mesure temporaire de l'intervalle entre des lieux éloignés dont on aura la distance, en mesurant le temps entre la lumière & le bruit. Nous avons commencé nos expériences par les trois points d'un Triangle, dont nous connoissions les dimensions qui se sont trouvées proportionnelles aux intervalles observés entre la lumière & le Son: nous avons eu par le même moyen les distances de Lay à l'Observatoire, à Montmartre & à Mont-lehery, que nous avons déterminées depuis par des opérations Trigonométriques, & que nous avons trouvées à peu-près conformes à celles que nous avions déterminées par le Son.

Nous ne prétendons pas cependant que l'on puisse connoître par ce moyen les distances entre divers lieux avec la même précision que par des opérations Trigonométriques

Faites avec de grands instrumens, & rectifiées par des Bases actuelles, puisqu'une demi-seconde de temps, qui est toute la précision à laquelle on peut aspirer, est la mesure de 86 toises, mais nous croyons qu'on peut s'en servir utilement pour la description des pays qui ne demande pas la dernière exactitude.

Une Montagne élevée, telle, par exemple, que Montmartre, d'où l'on voit beaucoup d'objets aux environs, peut servir pour la détermination de tous les endroits où on l'apperçoit; il suffira d'observer de cette montagne par une seule station, la direction de tous ces objets, & de faire tirer ensuite de son sommet quelque Boite ou Canon. On saura la distance de chacun de ces lieux en comptant depuis la lumière jusqu'au Son les vibrations d'une Pendule, ou d'une Balle suspendue à un fil de 3 pieds 8 lig. $\frac{1}{2}$ de longueur depuis le point de suspension de ce fil jusqu'au centre de la balle.

On pourra s'en servir aussi très-utilement pour déterminer la largeur d'une Rivière près de son embouchure, d'un Lac, d'un Marais, & même la distance des Isles entr'elles & à la terre ferme.

On pourra même dans des temps couverts, en tirant du rivage de la Mer des coups de Canon, préserver du naufrage les Vaisseaux, qui voyant le feu, & entendant le coup, pourront reconnoître à quelle distance ils sont du lieu qu'ils veulent éviter ou aborder.

Il n'est pas même nécessaire de voir deux lieux réciproquement l'un de l'autre pour en déterminer la distance, il suffira de tirer d'un de ces lieux un coup, soit de Canon ou de quelqu'autre arme-à-feu, & d'avertir que dans le moment qu'on l'aura entendu ou quelques secondes après dont on tiendra compte, on en tire un autre qui sera entendu réciproquement du premier lieu où l'on a tiré, l'intervalle entre la lumière du premier coup, & le bruit du second est le double de celui que le Son a employé dans l'aller ou le retour, dont la moitié par conséquent mesurera la distance entre ces lieux.

Un Observateur qui se trouveroit dans un troisième lieu dont on verroit les deux premiers, pourroit même, sans entendre le bruit, juger de leurs distances, en comptant l'intervalle entre la lumière du premier coup & celle du second, où il ne seroit nécessaire que d'allumer de la poudre dans un air libre, ce qui fait voir qu'il y a des cas où l'on peut déterminer les distances par le seul bruit sans l'aide de la lumière, & qu'il y en a d'autres où l'on n'a besoin que de la lumière sans entendre le bruit.

Il ne sera pas ici hors de propos de rapporter quelques expériences que nous avons eu occasion de faire sur la lumière de la Poudre, lorsqu'elle est allumée, soit dans un air libre, soit qu'on l'ait renfermée dans un Canon ou dans une Boîte.

Cette lumière n'a jamais paru diminuer dans la proportion des distances, & on a vû souvent de l'Observatoire le feu du Canon que l'on a tiré à Mont-lehery, de la même vivacité que celui de Montmartre, quoique la distance fût quatre fois plus grande.

J'ai vû très-distinctement de Dammartin la lumière du Canon qu'on a tiré à Mont-lehery à la distance de 28500 toises, presque aussi grande que celle de Montmartre où il n'y en a que 16000.

Une livre de poudre allumée à Mont-lehery dans l'air libre, a été aussi apperçûe de l'Observatoire très-distinctement, & l'on n'a pas remarqué de différence sensible lorsque la quantité en a été doublée.

Les temps de pluie par lesquels on ne pouvoit point appercevoir de jour les objets éloignés, n'empêchoient pas de distinguer la lumière de la poudre & du Canon qu'on y tiroit, & il y a des jours où on l'a vûe encore avec plus de vivacité que lorsque le temps étoit serein.

Cette remarque peut être d'une très-grande utilité pour la sûreté des Vaisseaux pendant la nuit ; car il n'en est pas de même des feux ordinaires qu'on allume dans des fanaux sur les côtes, on ne les distingue pas aisément par un temps de

pluie à une distance médiocre, & il n'y a que trop d'exemples de Vaisléaux qui se sont perdus faute de les avoir apperçûs ; la lumière produite par une seule livre de poudre serviroit à les faire reconnoître, & ils retireroient encore plus d'utilité d'un coup de Canon, pour sçavoir à quelle distance ils se trouvent des Côtes.

On peut aussi s'en servir sur terre pour déterminer la différence en longitude entre des lieux qui sont à peu-près sur un même parallèle ; mais nous ne nous étendrons pas ici davantage sur tous les usages que l'on peut faire des expériences que nous venons de rapporter sur la Lumière & le Son. Ce que nous en avons dit, suffit pour prouver que ce n'est pas une de ces connoissances stériles & de simple spéculation, mais qu'on en peut retirer divers avantages, principalement pour le progrès de la Géographie & la sûreté de la Navigation.



SUR L'ACTION D'UNE BALLE DE MOUSQUET,

*Qui perce une pièce de Bois d'une épaisseur considérable
sans lui communiquer de vitesse sensible.*

Par M. CAMUS.

DE tous les effets produits par les Corps en mouvement, celui que je vais examiner n'est pas le moins surprenant. Une Porte que l'on peut facilement faire tourner sur ses Gonds, en la poussant du bout du doigt, ne paroît pas être mûe par une Balle de Mousquet, qui la frappe avec une force assez grande pour la percer entièrement. Il arrive même que plus la vitesse de la Balle est grande, & moins cette Porte peut acquérir de vitesse. 26 Avril
1738.

Ce phénomène de Méchanique est semblable à deux autres dont parle M. de la Hire dans la 90.^{me} Proposition de sa Méchanique, où il fait l'examen de la Percussion.

L'effort, dit-il, avec lequel un Marteau frappe un Clou avec une médiocre force, le fait entrer dans un morceau de bois, ce qu'un poids immense ne pourroit pas faire étant posé sur le Clou; de même que les coups du Mouton avec lequel on enfonce les Filotis, ce qu'il seroit impossible de faire par l'effort de la seule pesanteur. Mais, continuë M. de la Hire, si l'on considère ce qui doit arriver aux parties du bois quand on y enfonce un Clou avec un Marteau, on verra bien que la seule pesanteur ne sauroit faire le même effet qu'avec une très-grande peine. Car lorsque le Clou est chassé dans le bois avec violence, il en rompt les premiers liens, qui ne peuvent pas prêter tout d'un coup à l'effort qui leur est fait, & ceux-ci étant rompus, les autres ne résistent pas.... Mais quand tous les liens & toutes les parties peuvent ployer les unes après les autres, & se mettre en ressort pour soutenir chacune une partie de l'effort, le Clou ne peut les rompre, quoiqu'il soit chargé

d'un très-grand poids. On peut appuyer cette raison par quelques expériences, c'est toujours M. de la Hire qui parle; comme si l'on pose un Bâton sur le bord de deux Verres, & en frappant un très-grand coup sur le milieu du Bâton, on le rompt sans que les Verres se cassent; de même que si l'on met dans une main un Os d'éclanche de Mouton, & qu'on l'y soutienne par les extrémités, lorsque l'on donnera un coup assés fort sur le milieu de l'Os, il se cassera sans faire aucune impression sensible à la main; mais si le coup n'est que médiocre, l'Os ne cassera pas, & la main portera tout le coup.

M. de la Hire parle encore dans la 117.^{me} Proposition de sa Méchanique, de l'expérience du Bâton cassé sur deux Verres, qu'on regarde ordinairement, dit-il, avec admiration. Voici comme il en parle : *J'ai déjà dit ci-devant que la violence du coup avec laquelle on frappe le Bâton qu'on veut rompre, fait qu'il se rompt, pourvu qu'il soit assés sec pour pouvoir se casser facilement. Car on ne doit point regarder ces corps comme les soutiens du Bâton, mais l'air seulement qui ne peut être fendu avec autant de vitesse par le Bâton qui le rencontre dans toute sa longueur, que par le corps qui frappe sur le Bâton pour le rompre.*

Je ne vois dans tout cet examen de M. de la Hire, que des idées générales, sans application aux phénomènes de la Percussion dont il fait l'examen. Tout le monde sçait qu'on a plus de peine à enfoncer un Clou dans du bois & à casser un Bâton quand tous les liens de ces corps, qu'on veut diviser, peuvent plier les uns après les autres, & que chacun peut recevoir une partie de l'effort qu'on fait contreux : au contraire, que tous ces liens sont plus facilement vaincus quand ils sont brisés avant que d'avoir eu le temps de plier, & de s'appuyer sur les autres qui pourroient les aider à soutenir l'effort qu'on fait pour les rompre. Mais quelle que soit la disparité de ces deux cas, elle n'est point infinie, & l'on peut par des poids, ou des forces homogenes à des poids, enfoncer des Cloux dans du bois, rompre des Bâtons & des Os, percer même une Porte d'une épaisseur considérable. La force d'une Vis est suffisante pour tout cela ; je dis la force d'une Vis

plûtôt qu'une autre, parce que la Vis est l'instrument le plus commode pour produire tous ces effets, attendu qu'on auroit peine à manier des poids dont la force seroit équivalente à celle de la Vis. Mais une Vis en pressant contre une Porte, la feroit tourner, & il faudroit un obstacle beaucoup plus considérable que son frottement sur les Gonds pour l'en empêcher; les Verres seroient bien-tôt cassés, si l'on entreprenoit de leur faire soutenir l'effort d'une Vis pour casser le Bâton; la main ne pourroit peut-être pas résister à l'effort d'une Vis qui presseroit sur un Os pour le rompre, quoique tous ces appuis soient plus que suffisants pour soutenir les coups dont je viens de parler, quand on veut rompre des corps par la force de la Percussion.

On voit aisément que l'expérience du Clou qu'on enfonce à coups de Marteau dans le bois; celle du Bâton que l'on casse en frappant avec vitesse sur son milieu sans casser les Verres qui le soutiennent; enfin celle de l'Os que l'on casse dans la main sans que la main en reçoive une impression considérable, malgré la grandeur du coup qu'on donne sur le milieu de cet Os, sont les effets d'un corps mû avec vitesse, lequel rompt les obstacles qu'on lui oppose, sans leur communiquer un mouvement considérable. Ces expériences ressembleront donc en quelque sorte à l'effet de la Balle de Mousquet, qui perce une pièce de bois, comme une Porte, sans la faire tourner sur les Gonds, quoique son frottement sur les Gonds ne soit que l'obstacle de quelques onces, & que cet obstacle soit peut-être le seul qui s'oppose au mouvement de la Porte, car je ne crois pas que l'air puisse aider à soutenir le coup de la Balle, ou s'il y contribué, on verra qu'il y contribué très-peu, & qu'on n'a pas besoin d'avoir recours à sa résistance pour expliquer pourquoi la Porte ne reçoit qu'une vitesse insensible de la Balle qui la perce.

On peut ajouter à ces Problemes de Méchanique deux expériences qu'on fait tous les jours.

Que l'on mette une Carte sur le bout du doigt & un Ecu sur la Carte, de manière que le bout du doigt réponde assés

exactly sous le milieu de l'Ecu ; en frappant le tranchant de la Carte d'une chiquenaude, la Carte glissera entre l'Ecu & le doigt, & l'Ecu restera sur le bout du doigt.

Que l'on mette une Serviette bien roulée dans un Verre, & une Pièce de Monnoye sur le haut de la Serviette ; en frappant vivement d'un bâton le milieu de la Serviette, elle sortira du Verre sans le renverser, se dérobera de dessous la Pièce, & la Pièce tombera dans le Verre.

Je sçais bien que dans cette dernière expérience le bâton fait plier la Serviette dans son milieu, que les deux bouts de la Serviette roulée se rapprochent, que le bout inférieur s'élève & sort du Verre, & que le bout supérieur s'abaisse, & que tout cela se fait avant que les deux bouts puissent être emportés horizontalement, mais on voit que ce rapprochement des deux bouts de la Serviette se fait pour obéir à son ployement, qui est le premier effet de la Percussion, laquelle ne peut pas donner tout d'un coup à toute la Serviette une vitesse aussi grande que celle qu'elle donne à son milieu, & c'est en cela que cette expérience a quelque rapport à celle de la Balle qui perce une Porte sans lui communiquer de vitesse sensible. Je m'en tiendrai donc à l'explication de celle-ci, c'est-à-dire, que je n'entreprendrai que la Solution du Probleme de la Balle de Mousquet, qui perce une pièce de bois sans lui communiquer de vitesse sensible.

Comme la Solution que je vais donner est fondée sur la résistance des Fibres du bois qui résistent incomparablement davantage par leur ténacité que par leur masse, je dois regarder comme constante la résistance de ces Fibres, en supposant que le corps percé est homogène.

Il n'en seroit pas de même si la Balle avoit un fluide dense à traverser, car elle trouveroit plus de résistance de la part de la masse du fluide qu'elle déplaceroit, qu'elle n'en éprouveroit de la part de la ténacité de ses parties, & alors la diminution de la vitesse de la Balle seroit causée par deux résistances. La première qui viendroit de la masse à déplacer, seroit comme le carré de la vitesse, & ne pourroit jamais

éteindre le mouvement de la Balle. La seconde, qui viendrait de la ténacité des parties du fluide, qui fait toujours quelque obstacle à sa division, seroit constante, & arrêteroit enfin le mouvement de la Balle, comme il arrive dans les corps que l'on jette de bas en haut, leur pesanteur que l'on regarde comme constante, les arrête entièrement.

Mais si le fluide étoit peu dense, & que la résistance de sa masse à déplacer fût incomparablement moindre qu'une autre résistance constante que le corps éprouveroit en le traversant, on négligeroit, sans erreur sensible, la résistance qui seroit comme le carré de la vitesse. En voici un exemple.

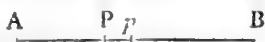
Lorsque des corps pesants jetés de bas en haut, montent à de petites hauteurs, on considère seulement la résistance que leur pesanteur oppose à leur ascension, & on néglige celle de l'air comme incomparablement plus petite que la première, & comme incapable d'apporter une diminution sensible de vitesse. Il est vrai qu'en cela on est fondé sur des expériences qui sont constamment voir que quand des corps un peu pesants montent à des hauteurs peu considérables, les hauteurs auxquelles ils montent, sont proportionnelles aux carrés des vitesses qu'ils ont quand ils commencent à monter ; ou, ce qui est la même chose, les chemins qu'ils parcourent en descendant, sont comme les carrés des vitesses qu'ils acquièrent dans leurs chûtes.

Mais on est aussi fondé sur des expériences pour regarder les résistances des parties du bois comme constantes ; car on a toujours trouvé que les enfoncures de différents corps dans la Glaïse sont proportionnelles aux produits faits de leurs masses & des hauteurs dont ils sont tombés, c'est-à-dire, sont proportionnelles à leurs masses multipliées par les carrés de leurs vitesses, ce qui prouve que la résistance que les corps éprouvent en s'enfonçant dans la Glaïse, sont constantes.

Si les résistances qu'on éprouve dans la Glaïse sont constantes, celles qu'une Balle éprouve en perçant du bois, le sont à plus forte raison, puisque la ténacité constante des parties du bois est incomparablement plus difficile à vaincre que leur inertie.

PROBLEME.

Lorsqu'une Balle de Mousquet perce une Planche, ou quelque autre corps que ce soit, dont la résistance est constante, trouver la vitesse de la Balle à chaque point P de son enfonçure AP , & déterminer la vitesse contemporaine du corps percé.



Soit V la vitesse de la balle avant son enfonçure, u la vitesse de la balle en P , v la vitesse contemporaine du corps percé; $u - v$ sera la vitesse avec laquelle la balle fera son enfonçure.

Soit m la masse de la balle, μ la masse du corps qu'elle perce. L'enfonçure $AP = x$, son élément $Pp = dx$; dt le petit temps employé à faire la petite enfonçure Pp .

Soit enfin r la résistance que la balle éprouve en s'enfonçant, on aura $-du = \frac{r dt}{m}$, $dv = \frac{r dt}{\mu}$, $dt = \frac{dx}{u-v}$.

$$\text{Donc } -du = \frac{r dx}{m(u-v)}, \quad dv = \frac{r dx}{\mu(u-v)} \text{ \& } du - dv = \frac{r dx}{u-v} - \frac{r dx}{\mu(u-v)}.$$

$$\text{Ou bien } (u-v) \times (du - dv) = - \frac{m-\mu}{m\mu} r dx.$$

Et en intégrant, on aura $\frac{(u-v)^2}{2} = - \frac{m-\mu}{m\mu} r x$;
ou $(u-v)^2 = VV - \frac{2m-\mu}{m\mu} r x$. J'ai ajouté la constante VV , parce que quand $x = 0$, on a $v = 0$ & $u = V$.
Donc $u-v = \sqrt{VV - \frac{2m-\mu}{m\mu} r x}$.

$$\text{Mettant cette valeur de } u-v \text{ dans les équations}$$

$$du = - \frac{r dx}{m(u-v)}, \quad dv = \frac{r dx}{\mu(u-v)}, \text{ on aura}$$

$$du = - \frac{r dx}{m\sqrt{VV - \frac{2m-\mu}{m\mu} r x}} \text{ \& } dv = \frac{r dx}{\mu\sqrt{VV - \frac{2m-\mu}{m\mu} r x}}$$

Enfin

Enfin intégrant, on aura, 1.^o $u = \frac{\mu \sqrt{VV - \frac{2m+2\mu}{m\mu}rx} + mV}{m+\mu},$

2.^o $v = \frac{mV - \mu \sqrt{VV - \frac{2m+2\mu}{m\mu}rx}}{m+\mu}.$ J'ai ajouté dans les expressions de ces vitesses que je cherchois, la constante $\frac{mV}{m+\mu}$, parce que quand $x=0$, c'est-à-dire, quand l'enfonçûre n'est pas commencée, on doit avoir $v=0$ & $u=V$.

COROLLAIRE I.

Soit e la quantité de toute l'enfonçûre que peut faire la balle avec la vitesse V , l'équation $u-v = \sqrt{VV - \frac{2m+2\mu}{m\mu}rx}$ deviendra $u-v = \sqrt{VV - \frac{2m+2\mu}{m\mu}re}.$

Mais lorsque la balle a fait toute l'enfonçûre qu'elle pouvoit faire, la vitesse u est égale à celle du corps dans lequel elle s'est enfoncée, en sorte que $u-v=0$. Donc aussi $VV - \frac{2m+2\mu}{m\mu}re=0$.

On pourra donc mettre VV en la place de $\frac{2m+2\mu}{m\mu}re$; mais $\frac{2m+2\mu}{m\mu}re : \frac{2m+2\mu}{m\mu}rx :: VV : VV \frac{x}{e}.$

On pourra donc mettre aussi $VV \frac{x}{e}$ en la place de $\frac{2m+2\mu}{m\mu}rx$, & l'on aura, 1.^o $u = \frac{mV + \mu \sqrt{VV - VV \frac{x}{e}}}{m+\mu},$
2.^o $v = \frac{mV - \mu \sqrt{VV - VV \frac{x}{e}}}{m+\mu}.$

Comme tous les termes de ces nouvelles Equations sont homogènes, il sera facile de déterminer en nombres les vitesses u & v .

COROLLAIRE II.

Supposons que la balle s'est enfoncée de toute la quantité qu'elle pouvoit le faire, on aura $x=e$, & l'équation

Mém. 173^d.

V

$v = \frac{mV - m\sqrt{(VV - VV\frac{e}{e})}}{m + \mu}$ donnera $v = \frac{mV}{m + \mu}$, c'est-à-dire que le mouvement mV de la balle se partagera entre la balle & le corps percé ; & ce partage se fera en raison des masses, parce que la vitesse résultante v sera commune à la balle & au corps qu'elle perce.

Ce Corollaire est conforme à la formule des vitesses que les corps sans ressort ont après le choc.

COROLLAIRE III.

Supposons maintenant que

- 1.^o La balle m pèse 1 once.
- 2.^o le corps μ qu'elle perce, pèse 60 liv. ou 960 onces.
- 3.^o La vitesse V que la balle a avant son enfonçûre, est de 600 pieds par seconde.

Si la balle enfonce de toute la quantité qu'elle peut enfoncer, en substituant les quantités que nous venons de supposer, dans l'équation $v = \frac{mV}{m + \mu}$, on trouvera $v = 7$ pouc. 5 lignes $\frac{907}{1000}$, c'est-à-dire, que le corps percé recevra une vitesse de 5 pouc. 5 lign. $\frac{907}{1000}$ par seconde.

COROLLAIRE IV.

Outre toutes les suppositions que nous avons faites dans le Corollaire précédent, supposons encore que les Fibres du bois résistent de manière que l'enfonçûre totale de la balle ne peut être que de 4 pouces ; supposons de plus que le bois qu'elle a à percer, n'a que 8 lignes d'épaisseur, il faudra mettre 4 pouc. 8 lignes, ou 48 lign. & 8 lignes, ou enfin 6 & 1 qui sont dans le même rapport, à la place de e , x .

Cela posé, la formule $v = \frac{mV - m\sqrt{(VV - VV\frac{e}{e})}}{m + \mu}$ deviendra $v = 7$ lign. $\frac{8542}{100000}$, c'est-à-dire, que le corps percé acquerra une vitesse de 7 lignes $\frac{8542}{100000}$ par seconde.

COROLLAIRE V.

Substituant les mêmes quantités dans la formule

$$u = \frac{mV + \mu \sqrt{VV - VV \frac{x}{c}}}{m + \mu}, \text{ on aura } u = 547 \text{ pieds } \frac{7226}{10000}.$$

c'est-à-dire, que quand la balle, qui peut percer une épaisseur de 4 pouces, n'en percera que la 6.^{me} partie, il lui restera, après l'avoir percée, une vitesse u de 547.7226 pieds par seconde de celle de 600 pieds par seconde qu'elle avoit auparavant.

COROLLAIRE VI.

Si la balle a toujours la même épaisseur de bois à traverser, & qu'elle en puisse percer davantage, je dis que plus la vitesse de la balle sera grande avant son enfonçûre, & moins le corps qu'elle percera en recevra de vitesse.

Pour le démontrer, il n'y a qu'à différencier la formule

$$v = \frac{mV - mV(VV - \frac{2m - 2\mu}{m\mu}rx)}{m + \mu}, \text{ en faisant } V \text{ variable, \&}$$

tout le reste constant, puisqu'on veut sçavoir ce qui arrivera du changement de V ; on aura $dv = \frac{mVdV}{(m + \mu)V} - \frac{mVdV}{(m + \mu)V(VV - \frac{2m - 2\mu}{m\mu}rx)}.$

Mais le second membre de cette équation, en faisant croître V , est négatif; donc le premier dv , qui est la différentielle de la vitesse du corps percé, est aussi négatif. D'où il suit que quand un corps pourra être entièrement percé par une balle de Mousquet, plus on donnera de vitesse à la balle, & moins elle en communiquera au corps qu'elle percera.

COROLLAIRE VII.

Au contraire si la balle ne peut pas percer entièrement le corps dans lequel elle s'enfonce, plus elle aura de vitesse, & plus elle en donnera au corps dans lequel elle s'enfoncera.

Car on a vû dans le Corollaire II, que quand la balle reste dans le corps après s'y être enfoncée de toute la quantité qu'elle a pû, on a $v = \frac{mV}{m+\mu}$.

Mais m & μ étant constants, v croîtra dans le même rapport que croîtra V ; c'est-à-dire, que plus la vitesse de la balle sera grande, plus aussi elle en communiquera, dans le même rapport, au corps dans lequel elle s'enfoncera quand elle ne pourra pas percer ce corps entièrement.

COROLLAIRE VIII.

Nous avons trouvé $u - v = \sqrt{VV - \frac{2m-2\mu}{m\mu}rx}$, & nous avons vû dans le Corollaire I, que cette formule se réduisoit à $VV - \frac{2m-2\mu}{m\mu}re = 0$, lorsque la balle s'étoit enfoncée d'une quantité e , qui est toute son enfonçûre possible. Or comme les termes de cette équation ne sont pas homogènes, si en la place du carré VV de la vitesse de la balle avant son enfonçûre, on y substituoit une quantité $2a$ qui exprime le double de la hauteur dont la balle doit tomber pour acquérir la vitesse V , on aura $a - \frac{m-\mu}{m\mu}re = 0$, & par conséquent $r = \frac{m\mu a}{(m+\mu)e}$, c'est la formule qui exprime la résistance des parties du bois qui s'opposent en même temps à l'enfonçûre de la balle.

COROLLAIRE IX.

Or un corps, pour acquérir une vitesse de 600 pieds par seconde, doit tomber d'une hauteur $a = 6000$ pieds.

Mettant donc 6000 pieds 1 once, 960 onces & 4 pouce. en la place des indéterminées a, m, μ, e , dans l'équation $r = \frac{m\mu a}{(m+\mu)e}$, on aura $r = 17981$ onces 2 gros; c'est-à-dire, que la balle de Mousquet qui enfoncera dans un

corps qu'elle pourra mouvoir, y trouvera une résistance continuelle de 17981 onces 2 gros. Supposé que la balle pesant une once avec une vitesse de 600 pieds par seconde, puisse faire une enfonçure de 4 pouces dans un corps mobile du poids de 60 livres, ou de 960 onces.

COROLLAIRE X.

Si le corps dans lequel la balle enfonce, n'étoit pas mobile; il faudroit le considérer comme un corps d'un poids infini, & faire $m + \mu = \mu$ & $v = 0$ dans l'équation $u - v = \sqrt{VV - \frac{2m - 2\mu}{m\mu} rx}$, & l'on auroit $u = \sqrt{VV - \frac{2rx}{m}}$.

Mais quand la balle a fait toute son enfonçure dans un corps immobile, on a $u = 0$. Donc alors $VV = \frac{2rx}{m}$.

Mettant $2a$ pour VV , on a $ma = rx$ & $x = \frac{ma}{r}$.

Substituant 1 once, 6000 pieds, 17981 onces 2 gros, ou $\frac{17280000}{961}$ onces, en la place de m , a , r , on aura $x =$ précisément $= 4$ pouces ou ligne $\frac{1}{10}$ de ligne. Ainsi en supposant la même résistance de Fibres, l'enfonçure sera plus grande de $\frac{1}{10}$ de ligne quand le corps percé sera immobile, que quand il pourra être mû de la quantité qui vient d'être déterminée.

REMARQUE.

Je ne puis mieux finir ce Mémoire, qu'en remarquant comment on peut estimer la force de la Percussion.

Les forces mortes, telles que sont les poids, qui n'ont point encore de vitesse acquise, se mesurent par des forces semblables, c'est-à-dire, par d'autres poids établis, avec lesquels on les compare, en les mettant en équilibre ensemble, & en considérant le levier de chacun.

La Percussion étant une force de corps en mouvement, se

peut mesurer de deux façons. Si on la considère comme présente & instantanée, il faut une résistance infinie pour la tenir en équilibre, mais on la peut mesurer par d'autres forces de même espèce qu'elle, en les mettant ensemble en équilibre.

La Percussion ou la force d'un corps en mouvement, considérée par ses effets, se peut mesurer par des poids, mais non pas de la même manière que l'on mesure les forces mortes; car les forces mortes se mesurent par les poids qui sont équilibre avec elles, & les forces vives se mesurent par le poids ou la résistance constante & morte à laquelle ils résistent, & qu'ils surmontent pendant un certain temps; car la force vive n'étant autre chose qu'une force morte appliquée à un corps pendant un temps fini, on pourroit dire que la force d'un corps en mouvement seroit une livre appliquée pendant 1 seconde, 1 minute, &c.



DES CENTRES D'OSCILLATION DANS DES MILIEUX RÉSISTANTS.

Par M. CLAIRAUT.

LA recherche des Centres d'Oscillation a été regardée depuis long-temps comme un des Problèmes des plus intéressants de la Méchanique ; aussi les plus habiles Mathématiciens l'ont-ils traité de tant de manières, qu'on seroit tenté de croire que l'on n'y peut plus travailler qu'en lui donnant quelque généralité imaginaire, ainsi que plusieurs Géomètres ont fait pour tant d'autres Problèmes. Cependant il me semble qu'on a oublié dans ce Problème une circonstance qui étoit absolument nécessaire pour le rendre conforme à ce qui se passe dans la Nature ; & par conséquent pour qu'il soit plus utile, c'est d'avoir égard au Milieu où se passe le mouvement. Cette considération ajoute une nouvelle difficulté au Problème. Voici comme je m'y suis pris pour la résoudre.

23 Mai
1738.

PROBLÈME I.

Supposons qu'une Verge inflexible, chargée de plusieurs poids, fasse ses oscillations dans un Milieu qui résiste, comme une fonction quelconque de la vitesse, par exemple, comme $pV^m + qV^n$, on demande la vitesse de la Verge dans un instant quelconque.

PREMIÈRE SOLUTION

*Où l'on emploie le principe de la conservation
des Forces vives.*

Quoique les sentiments soient partagés parmi les plus grands Mathématiciens de l'Europe sur l'estimation des Forces, que les uns mesurent en multipliant les masses par les quarrés des vitesses, & les autres en multipliant les masses par

les simples vitesses ; tous semblent réunis au moins à croire que ce qu'on appelle *Force vive*, ou produit des masses par les quarrés des vitesses, ne s'altère point dans le mouvement de plusieurs corps qui agissent les uns sur les autres en se choquant, ou en se tirant par des fils ou verges inflexibles.

Tous les Sçavants conviennent, par exemple, que si des corps se meuvent en agissant les uns sur les autres sur un plan horisontal, la somme des produits de tous ces corps par les quarrés de leurs vitesses fait toujours une somme constante. C'est une des plus fortes raisons que les partisans des Forces vives ayent données en faveur de leur sentiment, puisqu'il est naturel de croire que si les corps ne perdent de leurs forces qu'autant qu'ils en communiquent à d'autres corps, la somme des forces doit être toujours la même. Mais sans m'arrêter à examiner si les forces doivent s'estimer de cette manière, ou si l'on doit prendre simplement les quantités de mouvement pour les forces, comme le pensent plusieurs grands Géometres & Physiciens, nous profiterons de l'uniformité de sentiment où l'on est pour la conservation des produits des masses par les quarrés des vitesses.

Lorsque des corps liés ensemble ne sont pas sur des plans horisontaux, c'est-à-dire, qu'outre les forces des fils, des verges, ou des autres instrumens par lesquels ils agissent les uns sur les autres, la gravité s'y joint encore pour augmenter ou pour diminuer leurs mouvements primitivement donnés, le principe de la conservation des Forces vives n'y est pas moins applicable. On se sert alors de ce Théoreme, *Que dans une situation quelconque des corps mis, la somme des masses par les quarrés des vitesses actuelles, que nous appellons la somme des Forces vives actuelles, est, non pas constante, comme dans le premier cas, mais égale à la quantité des Forces vives des mêmes corps, en commençant leurs mouvements, plus à la somme des effets ou impulsions de la gravité, depuis le point d'où ils sont tombés jusqu'au lieu des corps dans la situation où l'on les considere.*

Cette manière d'employer les Forces vives, peut s'appliquer encore de même dans des systemes où, au lieu de la gravité

gravité ordinaire, on supposeroit des Forces variables en quantité & en direction. Je ne connois cependant aucun Probleme résolu de ce genre ; mais ce qu'on a encore moins fait, que je sçache, c'est d'employer la Théorie des Forces vives pour trouver la vitesse d'un système de corps pesants dans un Milieu qui résiste comme une fonction quelconque de la vitesse. Il semble même d'abord que cette Théorie n'est pas applicable alors, puisque les forces des corps se communiquant aux particules du Milieu, la conservation n'a plus lieu, à moins qu'on ne sçût ce que le Milieu reçoit de force ; difficulté qui paroît insurmontable. Mais la méthode que nous employerons, nous évitera la recherche de ce qui arrive aux particules du fluide.

Nous supposons premièrement que les vitesses des corps qui se meuvent, soient données par quelques fonctions des coordonnées ; les résistances, fonctions des vitesses, seront par conséquent données aussi, étant retranchées des forces tangentielles de la gravité, on aura les forces accélératrices qui animeroient les corps, s'ils venoient à être dégagés les uns des autres dans la situation où on les considère. Je regarde alors ces forces accélératrices comme si elles étoient produites par quelque cause unique, ainsi que la gravité, & dans ce cas la conservation peut avoir lieu ; en voici le calcul.

Soit $CDEFG$ la verge chargée des poids E, F, G , &c. *V. la Figure*
 on prendra un point D à une distance arbitraire de C , & *suivante.*
 l'on nommera CD, r ; CE, a ; CF, b ; CG, c ; &c. CDE
 étant la situation de la verge avant que de se mouvoir, &
 CNM celle où l'on cherche sa vitesse, on nommera QN, x ,
 & par conséquent $PM, \frac{ax}{r}$; $P'M', \frac{bx}{r}$, &c. on nommera
 aussi Nn, ds , & v la vitesse du point N , ce qui donnera
 $Mm = \frac{ads}{r}$, $M'm' = \frac{bds}{r}$, &c. la vitesse du point $M, \frac{va}{r}$,
 celle du point $M', \frac{vb}{r}$, &c.

La somme des forces vives des corps E, F, G , lorsqu'ils
Mem. 1738. X

sont arrivés dans la situation M, M', M'' , sera $\frac{E a a v v}{r r}$
 $+\frac{F b b v v}{r r} + \frac{G c c v v}{r r}$.

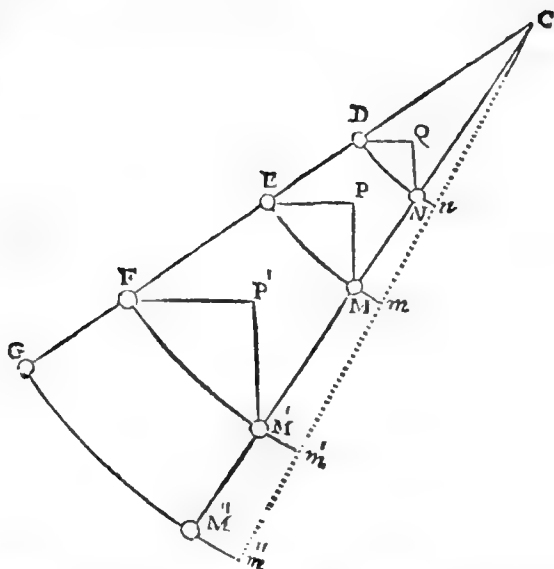
Si l'on suppose présentement que le milieu résiste comme une fonction quelconque de la vitesse, par exemple, comme $p V^m + q V^n$, nous aurons $\frac{p v^m a^n}{i r^m} + \frac{q v^n a^n}{i r^n}$ pour la résistance que le corps E éprouve en M , en supposant que i soit le coefficient qui convienne pour la rendre particulière au corps E plutôt qu'à tout autre qu'on mettroit à la même place, $\frac{p v^m b^n}{k r^m} + \frac{q v^n b^n}{k r^n}$ exprimera la résistance du corps F en M' , &c.

Nommant ensuite g la partie de la force de la gravité que l'on a, en retranchant la pesanteur spécifique du milieu de celle du corps E , g' la partie de la gravité qui accélère de la même façon le corps F , qu'on ne suppose pas de même matière que le corps E , afin de rendre le Probleme plus général, g'' la partie de la gravité qui accélère G , on aura pour la force accélératrice qui vient seulement de la gravité moins la résistance,

$$\frac{g dx}{ds} - \frac{p v^m a^n}{i r^m} - \frac{q v^n a^n}{i r^n} \text{ en } M.$$

$$\frac{g' dx}{ds} - \frac{p v^m b^n}{k r^m} - \frac{q v^n b^n}{k r^n} \text{ en } M', \text{ \&c.}$$

Ces forces seroient les seules qui accéléreroient les corps E, F, G , dans les points M, M', M'' , &c. si la verge venoit à se rompre. Supposant donc que l'espace dans lequel tout le mouvement se passe, fût vuide, & que la gravité y fût exprimée par ces quantités aux points M, M' , sur les côtés $Mm, M' m'$, &c. & calculant les vitesses que les corps E, F, G , auroient en M, M', M'' , sans faire attention à la force de la verge, on auroit par le principe de la conservation des forces vives, la somme des quarrés de ces vitesses



par les masses E, F, G , égales à la somme des forces vives actuelles.

Pour trouver les vîtesſes dont nous venons de parler, on nommera u celle qu'auroit alors le point N , & par conféquent $\frac{au}{r}$, $\frac{bu}{r}$, &c. celles des points M , M' , &c.

On aura ainsi $\left(\frac{gd\kappa}{ds} - \frac{pv^m a^m}{ir^m} - \frac{qv^n a^n}{ir^n} \right) \frac{ds}{u} = \frac{adu}{r},$

ou $\frac{2agdx}{r} - \frac{2pv^m a^{m+1} ds}{ir^{m+1}} - \frac{2qv^n a^{n+1} ds}{ir^{n+1}} = \frac{2aau da}{rr}$, dont

l'integrale $\frac{2agx}{r} - \frac{2pa^{m+1}}{i^{m+1}} \int v^m ds - \frac{2qa^{n+1}}{i^{n+1}} \int v^n ds = \frac{unad}{rr}$

étant multipliée par la masse E , donnera la force vive que le corps M auroit s'il étoit mû librement dans un espace où la force accélératrice seroit la précédente.

Prenant de même les forces vives que les corps M' , M'' , auroient, & égalant leurs sommes à celle des forces vives

$$\text{actuelles, on aura } \frac{E a a v v}{r r} + \frac{F b b v v}{r r} + \&c. = \frac{2 g x a E}{r} \\
- \frac{2 p a^{n+1} E}{i r^{n+1}} \int v^m ds - \frac{2 q a^{n+1} E}{i r^{n+1}} \int v^n ds + \frac{2 g' x b F}{r} \\
- \frac{2 p b^{n+1} F}{k r^{n+1}} \int v^m ds - \frac{2 q b^{n+1} F}{k r^{n+1}} \int v^n ds + \&c.$$

$$\text{ou } \frac{v v}{r r} \times (a a E + b b F + c c G) = \frac{2 x}{r} (a E g + b F g' + c G g'') \\
- \frac{2 p}{r^{n+1}} \int v^m ds \times \left(\frac{E a^{n+1}}{i} + \frac{F b^{n+1}}{k} + \frac{G c^{n+1}}{l} \right) \\
- \frac{2 q}{r^{n+1}} \int v^n ds \times \left(\frac{E a^{n+1}}{i} + \frac{F b^{n+1}}{k} + \frac{G c^{n+1}}{l} \right) \text{ qui est}$$

l'équation à résoudre pour avoir la valeur de v , ou de la vitesse actuelle de V , & la question n'est plus que de calcul. On voit d'abord que la difficulté est la même que celle que renferme le Probleme où un seul corps se meut librement dans un cercle EM , dans un milieu qui résiste comme une fonction $e V^m + f V^n$.

S E C O N D E S O L U T I O N

indépendante des Forces vives.

Les mêmes dénominations étant supposées que dans la Solution précédente, on nommera Φ la force de la verge en M , pour pousser le corps suivant la direction Mm , Φ' celle de la même verge en M' , &c.

$\frac{\Phi}{E}$ sera la force accélératrice ou retardatrice du corps E , provenant de cette impulsion.

Il est évident qu'il faut diviser Φ par E , comme nous le faisons, parce que la force de la verge n'est pas une force qui anime toutes les parties des corps comme la gravité, c'est une force telle que si dans l'instant que le corps E est en M , & qu'il y reçoit une impulsion de la verge, soit pour accélérer, ou pour retarder son mouvement, l'on en mettoit un autre à sa place qui fût plus petit, il recevrait plus de vitesse, & au contraire.

Reprenant donc l'expression que nous avons trouvée dans la Solution précédente pour la force accélératrice du corps E

qui vient de la gravité moins la résistance, & y ajoutant $\frac{\phi}{E}$,

on aura $\frac{gdx}{ds} - \frac{pv^m a^m}{ir^m} - \frac{qv^n a^n}{ir^n} + \frac{\phi}{E}$, d'où l'on tirera

$(\frac{gdx}{ds} - \frac{pv^m a^m}{ir^m} - \frac{qv^n a^n}{ir^n} + \frac{\phi}{E}) \frac{ds}{v} = \frac{adv}{r}$, qui

donne $\frac{2aEgdx}{r} + \frac{2\phi ads}{r} - \frac{2pEa^{m+1}v^m ds}{ir^{m+1}} - \frac{2qEa^{n+1}v^n ds}{ir^{n+1}}$

$= \frac{2aadv}{rr}$, dont l'intégrale est $\frac{2aEgx}{r} + \frac{2a}{r} \int \phi ds$

$- \frac{2pEa^{m+1}}{ir^{m+1}} \int v^m ds - \frac{2qEa^{n+1}}{ir^{n+1}} \int v^n ds = \frac{aadv}{rr}$.

De la même manière on aura $\frac{2bFg'x}{r} + \frac{2b}{r} \int \phi' ds$

$- \frac{2pFb^{m+1}}{kr^{m+1}} \int v^m ds - \frac{2qFb^{n+1}}{kr^{n+1}} \int v^n ds = \frac{bbFvv}{rr}$, &

ainsi des autres corps G , &c.

Supposons présentement pour un moment que la verge ne soit chargée que de deux corps E & F , il est évident que la force qu'elle a pour agir sur ces corps, se distribuera sur eux en sens contraire, en sorte que si elle accélère le corps E , elle retardera le corps F ; mais la force appliquée en M' pour retarder le mouvement du corps F , étant ϕ' , $\frac{c'b}{a}$ sera celle qu'il faudroit appliquer en M pour lui être équivalente, donc $\frac{c'b}{a} = \phi$, & est en sens contraire. Donc $\phi'b + a\phi = 0$.

S'il y avoit trois corps, on verroit de même que deux devroient être accélérés, pendant que le troisième seroit retardé, ou au contraire. Et cela se feroit visiblement, de façon que $\phi a + \phi' b + \phi'' c = 0$, &c.

Ajoûtant donc toutes les équations qu'on pourroit avoir comme les deux précédentes, on aura

$$\begin{aligned}
& (aaE + bbF + ccG) \frac{vv}{r^r} = \frac{zx}{r} (aEg + bFg' + cGg'') \\
& - \frac{2p}{r^{n+1}} \int v^m ds \left(\frac{Ea^{n+1}}{i} + \frac{Fb^{n+1}}{k} + \frac{Gc^{n+1}}{l} \right) - \\
& \frac{2q}{r^{n+1}} \int v^n ds \left(\frac{Ea^{n+1}}{i} + \frac{Fb^{n+1}}{k} + \frac{Gc^{n+1}}{l} \right) \text{ qui est la même} \\
& \text{que celle de la Solution précédente.}
\end{aligned}$$

PROBLEME II.

Trouver le centre d'oscillation des corps E, F, G ; ou plutôt déterminer les milieux dans lesquels il peut y avoir un centre d'oscillation.

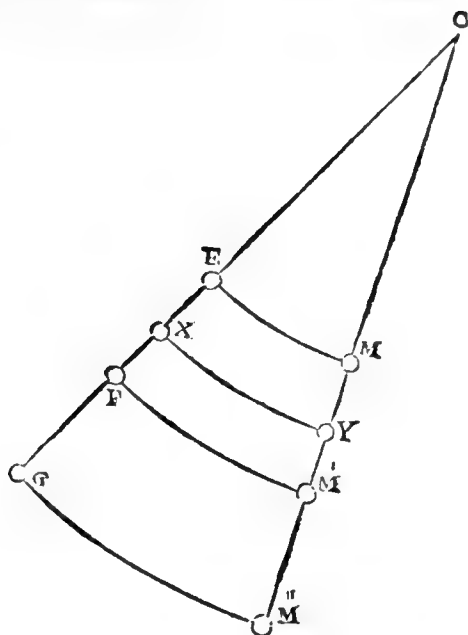
Trouver le centre d'oscillation de plusieurs corps, c'est trouver un Pendule simple qui feroit ses oscillations semblables dans les mêmes temps. Soit donc λ la longueur CX , à laquelle plaçant le corps X , ce corps arriveroit de X en Y dans le même temps que le Pendule composé $CEFG$ se meut de $CEFG$ en $CMM'M''$.

Par ce que nous avons dit ci-dessus, on aura

$$\begin{aligned}
& \left(\frac{\gamma dx}{ds} - \frac{p v^m \lambda^n}{\pi r^{n+1}} - \frac{q v^n \lambda^n}{\pi r^n} \right) \frac{ds}{v} = \frac{\lambda dv}{r}, \text{ ou } 2 \gamma dx \\
& - \frac{2 p v^n \lambda^n ds}{\pi r^{n+1}} - \frac{2 q v^n \lambda^n ds}{\pi r^n} = \frac{2 \lambda v dv}{r} \quad (\pi \text{ étant le coefficient} \\
& \text{qui convient au corps } X, \text{ qu'on place au centre d'oscillation,} \\
& \& \gamma \text{ la partie de la gravité que l'on a en retranchant la pesan-} \\
& \text{teur spécifique du milieu de celle du corps } X) \text{ qui donne} \\
& vv = \frac{2 \gamma x r}{\lambda} - \frac{2 p \lambda^{n+1}}{\pi r^{n+1}} \int v^m ds - \frac{2 q \lambda^{n+1}}{\pi r^{n+1}} \int v^n ds. \text{ Il} \\
& \text{n'y a donc qu'à évaluer cette valeur de } vv \text{ à celle que l'on a} \\
& \text{trouvée par le Probleme précédent, \& l'on aura } \lambda \text{ \& } \pi \text{ qui} \\
& \text{déterminent la longueur du Pendule \& la masse à faire osciller.}
\end{aligned}$$

La valeur de vv tirée du Probleme précédent est

$$2 x r \cdot \frac{g a E + g' b F + g'' c G}{a a E + b b F + c c G} - \frac{2 p}{r^{n+1}} \int v^m ds \cdot \frac{\frac{E a^{n+1}}{i} + \frac{F b^{n+1}}{k} + \frac{G c^{n+1}}{l}}{a a E + b b F + c c G}$$



$$= \frac{2q}{r^{n-1}} \int v^n ds. \quad \frac{\frac{Ea^{n+1}}{i} + \frac{Fb^{n+1}}{k} + \frac{Gc^{n+1}}{l}}{aaE + bbF + ccG},$$

Comparant ces deux valeurs de $v\upsilon$, terme à terme, on voit d'abord par le premier, que λ doit être égal à $\frac{(aaE + bbF + ccG)\gamma}{aEg + bFg' + cGg''}$. D'où l'on apprend que s'il y a un centre d'oscillation, il doit être toujours à la même distance, soit que le milieu résiste, soit qu'il ne résiste pas; & si les corps E, F, G , sont de même matière, le centre d'oscillation sera le même que dans le vuide.

En comparant les seconds termes des deux différentes valeurs de $v\upsilon$, on a $\pi = \frac{(aaE + bbF + ccG)\lambda^{n-1}}{\frac{Ea^{n+1}}{i} + \frac{Fb^{n+1}}{k} + \frac{Gc^{n+1}}{l}}$. D'où l'on trouve la masse qu'il faut placer au centre d'oscillation

pour que le mouvement se passe de la même manière que dans le Pendule composé. Car π détermine cette masse, si l'on suppose que la figure qu'on lui assigne soit sphérique, ou constamment la même dans les différents cas où l'on cherche les centres d'oscillations.

On voit par-là en quoi la recherche du centre d'oscillation dans le plein, diffère de la même recherche dans le vuide, puisque lorsqu'un Pendule composé se meut dans le vuide, on peut réunir sa masse au centre d'oscillation, ou y mettre telle autre masse qu'on voudra, & lui supposer une figure quelconque; au lieu que dans le milieu résistant, le corps réduit à un volume infiniment petit qu'on place au centre d'oscillation, ne sauroit avoir en même temps & sa masse & sa figure données.

En comparant les troisièmes termes, on trouveroit une seconde valeur de π , qui ne pouvant être égale à la première que dans quelque condition particulière des corps *E, F, G*, fait voir que si l'on se restreint à mettre au centre d'oscillation une masse toujours sphérique ou de figure donnée, il n'y aura de centre d'oscillation que dans les milieux qui résistent comme une simple puissance de la vitesse. Si l'on veut au contraire que la masse réduite à un volume infiniment petit, que l'on suppose placée au centre d'oscillation, ait une figure particulière pour chaque Pendule composé, on pourra trouver de telles figures que les coefficients p & q de la résistance $p v^m + q v^n$ soient changés, & dans ce cas les deux valeurs de π ne seront pas différentes, & il y aura toujours un centre d'oscillation qui sera à la même distance, soit que le milieu résiste, soit qu'il ne résiste pas, ce que personne n'avoit encore remarqué.



MOYEN FACILE

D'AUGMENTER

LA SOLIDITE', LA FORCE ET LA DURE'E

DU BOIS.

Par M. DE BUFFON.

IL ne faut pour cela qu'écorcer l'arbre du haut en bas dans le temps de la sève, & le laisser sécher entièrement sur pied avant que de l'abattre ; cette préparation ne demande qu'une très-petite dépense, on va voir les précieux avantages qui en résultent.

23 Decemb.
1738.

Les choses aussi simples & aussi aisées à trouver que l'est celle-ci, n'ont ordinairement aux yeux des Physiciens qu'un mérite bien léger, mais leur utilité suffit pour les rendre dignes d'être présentées, & peut-être que l'exactitude & les soins que j'ai joints à mes recherches, leur feront trouver grace devant ceux mêmes qui ont le mauvais goût de n'estimer d'une découverte, que la peine & le temps qu'elle a coûté. J'avoue que je suis surpris de me trouver le premier à annoncer celle-ci, sur-tout depuis que j'ai lu ce que Vitruve & Evelin rapportent à cet égard. Le premier nous dit dans son *Architecture*, qu'avant d'abattre les arbres, il faut les cerner par le pied jusque dans le cœur du bois, & les laisser ainsi sécher sur pied, après quoi ils sont bien meilleurs pour le service, auquel on peut même les employer tout de suite. Le second rapporte dans son *Traité des Forêts*, que le Docteur Plot assure dans son *Histoire naturelle* qu'autour de Staffort en Angleterre on écorce les gros arbres sur pied dans le temps de la sève, qu'on les laisse sécher jusqu'à l'hiver suivant, qu'on les coupe alors ; qu'ils ne laissent pas que de vivre sans écorce, que le bois en devient bien plus dur, & qu'on se sert de l'aubier comme du cœur. Ces faits sont assez précis, & sont

Mem. 1738.

Y

rapportés par des Auteurs d'un assez grand crédit pour avoir mérité l'attention des Phyticiens, & même des Architectes; mais il y a tout lieu de croire qu'outre la négligence qui a pu les empêcher jusqu'ici de s'assurer de la vérité de ces faits, la crainte de contrevenir à l'Ordonnance des Eaux & Forêts, a pu retarder leur curiosité. Il est défendu, sous peine de grosses amendes, d'écorcer aucun arbre, & de le laisser sécher sur pied. Cette défense, qui d'ailleurs est fondée, a dû faire un préjugé contraire, qui sans doute aura fait regarder ce que nous venons de rapporter comme des faits faux, ou du moins hazardés; & je serois encore moi-même dans l'ignorance à cet égard, si les attentions de M. le Comte de Maurepas pour les Sciences ne m'eussent procuré la liberté de faire mes expériences sans avoir à craindre de les payer trop cher.

Dans un Bois taillis nouvellement abbattu, & où j'avois fait réserver quelques beaux arbres, le 3.^{me} de Mai 1733 j'ai fait écorcer sur pied quatre Chênes d'environ 30 à 40 pieds de hauteur, & de 5 à 6 pieds de pourtour, ces arbres étoient tous quatre très-vigoureux, bien en sève, & âgés d'environ 70 ans; j'ai fait enlever l'écorce depuis le sommet de la tige jusqu'au pied de l'arbre avec une serpe. Cette opération est aisée, l'écorce se séparant très-facilement du corps de l'arbre dans le temps de la sève. Ces Chênes étoient de l'espece commune dans les Forêts qui porte le plus gros Gland. Quand ils furent entièrement dépouillés de leur écorce, je fis abattre quatre autres Chênes de la même espece dans le même terrain, & aussi semblables aux premiers que je pus les trouver. Mon dessein étoit d'en faire le même jour écorcer six, & abattre tout autant, mais je ne pus achever cette opération que le lendemain: de ces six Chênes écorcés, il s'en trouva deux qui étoient beaucoup moins en sève que les quatre autres. Je fis conduire sous un hangar les six arbres abattus, pour les laisser sécher dans leur écorce jusqu'au temps que j'en aurois besoin, pour les comparer avec ceux que j'avois fait dépouiller. Comme je m'imaginois que cette opération leur avoit fait grand tort, & qu'elle devoit

produire un grand changement, j'allai plusieurs jours de suite visiter très-curieusement mes arbres écorcés, mais je n'aperçus aucune altération sensible pendant plus de deux mois. Enfin le 10.^{me} de Juillet, l'un de ces Chênes, celui qui étoit le moins en sève dans le temps de l'écorcement, laissa voir les premiers symptômes de la maladie qui devoit bien-tôt le détruire. Ses feuilles commencèrent à jaunir du côté du Midi, & bien-tôt jaunirent entièrement, secherent & tomberent, de sorte qu'au 26 d'Août il ne lui en restoit pas une. Je le fis abattre le 30 du même mois, j'étois présent; il étoit devenu si dur, que la cognée avoit peine à entrer, & qu'elle cassa sans que la mal-adresse du bûcheron me parût y avoir part; l'aubier sembloit être plus dur que le cœur du bois qui étoit encore humide & plein de sève.

Celui de mes arbres qui dans le temps de l'écorcement n'étoit pas plus en sève que le précédent, ne tarda guere à le suivre; ses feuilles commencèrent à changer de couleur au 13.^{me} de Juillet, & il s'en défit entièrement avant le 10.^{me} de Septembre. Comme je craignois d'avoir fait abattre trop tôt le premier, & que l'humidité que j'avois remarquée au dedans, indiquoit encore quelque reste de vie, je fis réserver celui-ci, pour voir s'il poufferoit des feuilles au printemps suivant.

Mes quatre autres Chênes résisterent vigoureusement, ils ne quitterent leurs feuilles que quelques jours avant le temps ordinaire; & même l'un des quatre, dont la tête étoit légère & peu chargée de branches, ne les quitta qu'au temps juste de leur chute naturelle, mais je remarquai que les feuilles, & mêmes quelques rejettons de tous quatre, s'étoient desséchés du côté du Midi plusieurs jours auparavant.

Au printemps suivant tous ces arbres devancerent les autres, & n'attendirent pas le temps ordinaire du développement des feuilles pour en faire paroître, ils se couvrirent de verdure huit à dix jours avant la saison. Je prévis tout ce que cet effort devoit leur coûter; j'observai les feuilles, leur accroissement fut assés prompt, mais bien-tôt arrêté, faute de nourriture

suffisante, cependant elles vécurent ; mais celui de mes arbres qui l'année précédente s'étoit dépouillé le premier , sentit aussi le premier tout l'effet de l'état d'inanition & de sécheresse où il étoit réduit ; ses feuilles se fanèrent bien-tôt , & tombèrent pendant les chaleurs de Juillet 1734. Je le fis abattre le 30.^{me} d'Août, c'est-à-dire, une année après celui qui l'avoit précédé ; je jugeai qu'il étoit tout au moins aussi dur que l'autre à l'aubier , & beaucoup plus dur dans le cœur du bois qui étoit à peine encore un peu humide. Je le fis conduire sous un hangar , où l'autre étoit déjà avec les six arbres dans leur écorce , auxquels je voulois les comparer.

Trois des quatre arbres qui me restèrent , quitterent leurs feuilles au commencement de Septembre , mais le Chêne à tête légère les conserva plus long-temps , & il ne s'en défit entièrement qu'au 22 du même mois. Je les fis réserver avec celui des trois autres qui me parut le moins malade pour l'année suivante , & je fis abattre les deux plus foibles en Octobre 1734. Je laissai l'un de ces arbres exposé à l'air & aux injures du temps , & je fis conduire l'autre sous le hangar ; ils furent trouvés très-durs à la cognée , & le cœur du bois étoit presque sec.

Au printemps 1735 le plus vigoureux de mes deux arbres réservés donna encore quelques signes de vie , les boutons se gonflèrent , mais les feuilles ne purent se développer. L'autre me parut tout-à-fait mort ; en effet , l'ayant fait abattre au mois de Mai , je reconnus qu'il n'avoit plus d'humide radical , & je le trouvai d'une très-grande dureté tant en dehors qu'en dedans. Je fis abattre le dernier quelque temps après , & je les fis conduire tous deux au hangar pour être mis avec les autres à un nouveau genre d'épreuve.

Pour mieux comparer la force du bois des arbres écorcés avec celle du bois ordinaire , j'eus soin de mettre ensemble chacun des six Chênes que j'avois fait amener en grume avec un Chêne écorcé de même grosseur à peu-près ; car j'avois déjà reconnu par expérience que le bois dans un arbre d'une certaine grosseur , étoit plus pesant & plus fort que le bois

d'un arbre plus petit, quoique de même âge. Je donnerai ailleurs l'explication de ce fait qui est assez singulier ; mais pour ne pas m'éloigner de mon sujet, il me suffira de dire ici que je fis scier tous mes arbres par pièces de 14 pieds de longueur, que j'en marquai les centres au dessus & au dessous, que je fis tracer aux deux bouts de chaque pièce un carré de 6 pouces $\frac{1}{2}$, & que je fis scier & enlever les quatre faces, de sorte qu'il ne me resta de chacune de ces pièces qu'une solive de 14 pieds de longueur sur 6 pouces très-juste d'équarrissage. Je les fis travailler à la varloppé, & réduire avec beaucoup de précaution à cette mesure dans toute leur longueur, & j'en fis rompre quatre de chaque espèce, afin de reconnoître leur force, & d'être bien assuré de la grande différence que j'y trouvai d'abord.

Il seroit peut-être à propos de décrire ici l'appareil avec lequel j'ai fait ces expériences ; mais comme j'ai fait un Traité particulier de la force du bois, & que je compte donner d'après l'expérience une Table de la résistance & de la cohésion du bois dans tous les sens depuis un pouce jusqu'à 8 p. de grosseur, & depuis un pied jusqu'à 30 pieds de longueur, je laisse pour cet ouvrage la description détaillée de la façon dont j'ai fait ces épreuves, où j'ai chargé quelquefois mes poutres de plus de 26 milliers sur un seul point ; opération plus rude & plus difficile qu'on ne l'imagine peut-être. Je me contenterai donc de donner ici le résultat de ce que j'ai fait sur le bois écorcé & non écorcé.

La solive tirée du corps de l'arbre qui mourut le premier après l'écorcement, pesoit 242 livres ; elle se trouva la moins forte de toutes, & rompit sous 7 mille 940 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, pesoit 234 livres, elle rompit sous 7 mille 320 livres.

La poutre du second arbre écorcé pesoit 249 livres ; elle plia plus que la première, & rompit sous la charge de 8 mille 362 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, pesoit 236 livres, elle rompit sous 7 mille 385 livres.

La poutre de l'arbre écorcé & laiffé aux injures du temps, pesoit 258 livres ; elle plia encore plus que la seconde , & ne rompit que sous 8 mille 926 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, pesoit 239 livres, & rompit sous 7 mille 420 livres.

Enfin la poutre de mon arbre à tête légère, que j'avois toujours jugé le meilleur, se trouva en effet peser 263 livres, & porta avant que de rompre 9 mille 46 livres.

L'arbre que je lui comparai, pesoit 238 livres, & rompit sous 7 mille 500 livres.

Les deux autres arbres écorcés se trouverent défectueux dans leur milieu, où il se trouva quelques nœuds, de sorte que je ne voulus pas les faire rompre : mais les épreuves ci-dessus suffifent pour faire voir que le bois écorcé & séché sur pied est toujours plus pesant & considérablement plus fort que le bois gardé dans son écorce. Ce que je vais rapporter ne laissera aucun doute sur ce fait.

Du haut de la tige de mon arbre écorcé & laiffé aux injures de l'air, j'ai fait tirer une solive de 6 pieds de longueur & de 5 pouces d'équarrissage ; il se trouva qu'à l'une des faces elle avoit un petit abbeuvor, mais qui ne pénéroit guere que d'un demi-pouce, & à la face opposée une petite couleur large d'un pouce d'un bois plus brun que le reste. Comme ces défauts ne me parurent pas considérables, je la fis peser & charger, elle pesoit 75 livres ; on la chargea en une heure 5 minutes de 8 mille 500 livres, après quoi elle craqua assés violemment ; je crus qu'elle alloit casser quelque temps après avoir craqué, comme cela arrivoit toujours, mais ayant eu la patience d'attendre trois heures, & voyant qu'elle ne baiffoit ni ne plioit, je continuai à la faire charger, & au bout d'une autre heure elle rompit enfin, après avoir craqué pendant une demi-heure sous la charge de 12 mille 745 liv. Je n'ai rapporté le détail de cette épreuve que pour faire voir que cette solive auroit porté davantage sans les petits défauts qu'elle avoit à deux de ses faces.

Une solive toute pareille, tirée du pied d'un des arbres en

écorce, ne se trouva peser que 72 livres; elle étoit très-saine & sans aucun défaut, on la chargea en une heure 38 minutes, après quoi elle craqua très-légerement, & continua de craquer de quart d'heure en quart d'heure pendant trois heures entières, & rompit au bout de ce temps sous la charge de 11 mille 889 livres.

Cette expérience est très-avantageuse au bois écorcé, car elle prouve que le bois du dessus de la tige d'un arbre écorcé, même avec des défauts assés considérables, s'est trouvé plus pesant & plus fort que le bois tiré du pied d'un autre arbre non écorcé, qui d'ailleurs n'avoit aucun défaut, mais ce qui suit est encore plus favorable.

De l'aubier d'un de mes arbres écorcés j'ai fait tirer plusieurs barreaux de 3 pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi cinq des plus parfaits pour les rompre. Le premier pesoit 23 onces $\frac{5}{32}$, & rompit sous 287 livres. Le second pesoit 23 onces $\frac{6}{32}$, & rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$. Le troisième pesoit 23 onces $\frac{7}{32}$, & rompit sous 275 livres. Le quatrième pesoit 23 onces $\frac{8}{32}$, & rompit sous 291 livres. Et le cinquième pesoit 23 onces $\frac{9}{32}$, & rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$. Le poids moyen est à peu-près 23 onces $\frac{11}{32}$, & la charge moyenne à peu-près 287 livres. Ayant fait les mêmes épreuves sur plusieurs barreaux d'aubier d'un des Chênes en écorce, le poids moyen se trouva de 23 onces $\frac{7}{32}$, & la charge moyenne de 248 livres, & ensuite ayant fait aussi la même chose sur plusieurs barreaux de cœur du même Chêne en écorce, le poids moyen s'est trouvé de 25 onces $\frac{10}{32}$, & la charge moyenne de 256 livres.

Ceci prouve que l'aubier du bois écorcé est non seulement plus fort que l'aubier ordinaire, mais même beaucoup plus que le cœur de Chêne, quoiqu'il soit moins pesant que ce dernier.

Pour en être plus sûr encore, j'ai fait tirer de l'aubier d'un autre de mes arbres écorcés plusieurs petites solives de 2 pieds de longueur sur un pouce $\frac{1}{2}$ d'équarrissage, entre lesquelles je ne pus en trouver que trois d'assés parfaites pour les soumettre

à l'épreuve. La première rompit sous 1294 livres, la seconde sous 1219 livres, la troisième sous 1247 livres, c'est-à-dire, au pied moyen sous 1253, mais de plusieurs solives semblables que je tirai de l'aubier d'un autre arbre en écorce, le pied moyen de la charge ne se trouva que de 997 livres, ce qui fait une différence encore plus grande que dans l'expérience précédente.

De l'aubier d'un autre arbre écorcé & séché sur pied, j'ai fait encore tirer plusieurs barreaux de 2 pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai choisi six, qui, au pied moyen, ont rompu sous la charge de 5011 livres; & il n'a fallu que 353 livres au pied moyen, pour rompre plusieurs solives d'aubier d'un arbre en écorce qui portoit la même longueur & le même équarrissage; & même, il n'a fallu que 379 livres au pied moyen, pour rompre plusieurs solives de cœur de Chêne en écorce.

Enfin, de l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux d'un pied de longueur sur un pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai trouvé dix-sept assez parfaits pour être mis à l'épreuve; ils pesoient 7 onces $\frac{1}{2}$ au pied moyen, & il a fallu pour les rompre, la charge de 798 livres; mais le poids moyen de plusieurs barreaux d'aubier d'un de mes arbres en écorce, n'étoit que de 6 onces $\frac{2}{3}$ & la charge moyenne qu'il a fallu pour les rompre, de 629 livres; & la charge moyenne pour rompre de semblables barreaux de cœur de Chêne en écorce par huit différentes épreuves, s'est trouvée de 731 livres. L'aubier des arbres écorcés & séchés sur pied est donc considérablement plus pesant que l'aubier des bois ordinaires, & de beaucoup plus fort que le cœur même du meilleur bois. Je ne dois pas oublier de dire que j'ai remarqué en faisant toutes ces épreuves, que la partie la plus extérieure de l'aubier étoit celle qui résistoit davantage; en sorte qu'il falloit constamment une plus grande charge pour rompre un barreau d'aubier pris à la dernière circonférence de l'arbre écorcé, que pour rompre un pareil barreau pris en dedans. Cela est tout-à-fait contraire à ce qui arrive

arrive dans les arbres traités à l'ordinaire, dont le bois est plus léger & plus foible à mesure qu'il est le plus près de la circonférence. J'ai déterminé la proportion de cette diminution, en pesant à la balance hydrostatique des morceaux du centre des arbres, des morceaux de la circonférence du bois parfait, & des morceaux d'aubier; mais ce n'est pas ici le lieu d'en rapporter le détail, je me contenterai de dire que dans les arbres écorcés, la diminution de solidité du centre de l'arbre à la circonférence, n'est pas à beaucoup près aussi sensible, & qu'elle ne l'est même point du tout dans l'aubier.

Les expériences que nous venons de rapporter sont trop multipliées pour qu'on puisse douter du fait qu'elles concourent à établir: il est donc très-certain que le bois des arbres écorcés & séchés sur pied est plus dur, plus solide, plus pesant & plus fort que le bois des arbres abbattus dans leur écorce, & de-là je pense qu'on peut conclurre qu'il est aussi plus durable. Des expériences immédiates sur la durée du bois seroient encore plus concluantes; mais notre propre durée est si courte, qu'il ne seroit pas raisonnable de les tenter; il en est ici comme de l'âge des fouches, & en général, comme d'un très-grand nombre de vérités importantes que l'obscurité du temps semble nous voiler à jamais: il faudroit laisser à la postérité des expériences commencées, il faudroit la mieux traiter que l'on ne nous a traité nous-mêmes; car le peu de traditions physiques que nous ont laissés nos Ancêtres, devient inutile par le défaut d'exactitude ou par le peu d'intelligence des Auteurs, & plus encore, par les faits hazardés ou faux qu'ils n'ont pas eu honte de nous transmettre.

La cause physique de cette augmentation de solidité & de force dans le bois écorcé sur pied, se présente d'elle-même, il suffit de sçavoir que les arbres augmentent en grosseur par des couches additionnelles de nouveau bois qui se forment à toutes les sèves entre l'écorce & le bois ancien; nos arbres écorcés ne forment point de ces nouvelles couches, & quoiqu'ils vivent après l'écorcement, ils ne peuvent grossir. La substance destinée à former le nouveau bois se trouve donc

arrêtée & contrainte de se fixer dans tous les vuides de l'aubier & du cœur même de l'arbre, ce qui augmente nécessairement sa solidité, & doit par conséquent augmenter sa force; car j'ai trouvé par plusieurs épreuves, que le bois le plus pesant est aussi le plus fort.

Je ne crois pas que l'explication de cet effet ait besoin d'être plus détaillée; mais à cause de quelques circonstances particulieres qui restent à faire entendre, je vais donner le résultat de quelques autres expériences qui ont rapport à cette matière.

Le 18 Décembre 1733, j'ai fait enlever des ceintures d'écorce de 3 pouces de largeur à 3 pieds au-dessus de terre, à plusieurs Chênes de différents âges, en sorte que l'aubier paroîssoit à nud & entièrement découvert; j'interceptois par ce moyen le cours de toute la sève, qui devoit passer par l'écorce & entre l'écorce & le bois: cependant au Printemps suivant, ces arbres poussèrent des feuilles comme les autres & leur ressembloient en tout, je n'y trouvai même rien de remarquable qu'au 22 de Mai; j'apperçus alors des petits bourrelets d'environ une ligne de hauteur au-dessus de la ceinture, qui sortoient d'entre l'écorce & l'aubier tout autour de ces arbres; au-dessous de cette ceinture, il ne paroîssoit & il ne parut jamais rien. Pendant l'Été, ces bourrelets augmentèrent d'un pouce en descendant & en s'appliquant sur l'aubier; les jeunes arbres formerent des bourrelets plus étendus que les vieux, & tous conservèrent leurs feuilles, qui ne tombèrent que dans le temps ordinaire de leur chute. Au Printemps suivant, elles reparurent un peu avant celles des autres arbres, je crus remarquer que les bourrelets se gonfloient un peu, mais ils ne s'étendirent plus; les feuilles résistèrent aux ardeurs de l'Été, & ne tombèrent que quelques jours avant les autres. Au Printemps suivant 1736, mes arbres se parerent encore de verdure & devancèrent les autres; mais les plus jeunes ou plutôt les plus petits, ne la conservèrent pas long-temps, les sécheresses de Juillet les dépouillèrent; les plus gros arbres ne perdirent leurs feuilles

qu'en Automne, & j'en ai eu deux qui en avoient encore au mois de Juillet 1737; mais tous ont péri à la troisième ou à la quatrième année. J'ai essayé la force du bois de ces arbres, elle m'a paru plus grande que celle des bois abattus à l'ordinaire; mais la différence qui, dans les bois entièrement écorcés, est de plus d'un quart, n'est pas à beaucoup près aussi considérable ici, & même n'est pas assez sensible pour que je rapporte les épreuves que j'ai faites à ce sujet. Et en effet, ces arbres n'avoient pas laissé que de grossir au-dessus de la ceinture; ces bourrelets n'étoient qu'une expansion du *Liber* qui s'étoit formé entre le bois & l'écorce; ainsi la sève qui, dans les arbres entièrement écorcés, se trouvoit contrainte de se fixer dans les pores du bois & d'en augmenter la solidité, suivit ici sa route ordinaire, & ne déposa qu'une petite partie de sa substance dans l'intérieur de l'arbre, le reste fut employé à la formation de ce bois imparfait dont les bourrelets faisoient l'appendice, & à la nourriture de l'écorce, qui vécut aussi long-temps que l'arbre même; au-dessous de la ceinture l'écorce vécut aussi, mais il ne se forma ni bourrelets ni nouveau bois, l'action des feuilles & des parties supérieures de l'arbre pompoit trop puissamment la sève pour qu'elle pût se porter vers l'écorce de la partie inférieure; & j'imagine que cette écorce du pied de l'arbre a plutôt tiré sa nourriture de l'humidité de l'air, que de celle de la sève que les vaisseaux latéraux de l'aubier pouvoient lui fournir.

J'ai fait les mêmes épreuves sur plusieurs espèces d'arbres fruitiers, c'est un moyen sûr de hâter leur production; ils fleurissent quelquefois trois semaines avant les autres, & donnent des fruits hâtifs & assez bons la première année. J'ai même eu des fruits sur un Poirier dont j'avois enlevé non-seulement l'écorce, mais même tout l'aubier, & ces fruits prématurés étoient aussi bons que les autres. J'ai aussi fait écorcer du haut en bas de gros Pommiers & des Pruniers vigoureux, cette opération a fait mourir dès la première année les plus petits de ces arbres; mais les gros ont

quelquefois refistë pendant deux & trois ans; ils se couvroient avant la saison d'une prodigieuse quantité de fleurs, mais le fruit qui leur succédoit ne venoit jamais à maturité, jamais même à une grosseur considérable. J'ai aussi essayé de rétablir l'écorce des arbres qui ne leur est que trop souvent enlevée par différents accidents, & je n'ai pas travaillé sans succès; mais cette matière est toute différente de celle que nous traitons ici & demande un détail particulier. Je me suis servi des idées que ces expériences m'ont fait naître, pour mettre à fruit des arbres gourmands & qui poussaient trop vigoureusement en bois. J'ai fait le premier essai sur un Coignassier, le troisième Avril j'ai enlevé en spirale l'écorce à deux branches de cet arbre; ces deux seules branches donnerent des fruits, le reste de l'arbre poussa trop vigoureusement & demeura stérile: au lieu d'enlever l'écorce, j'ai quelquefois serré la branche ou le tronc de l'arbre avec une petite corde ou de la filasse; l'effet étoit le même, & j'avois le plaisir de recueillir des fruits sur des arbres stériles depuis long-temps; l'arbre en grossissant ne rompt pas le lien qui le serre, il se forme seulement deux bourrelets, le plus gros au-dessus, & le moindre au-dessous de la petite corde; & souvent dès la première ou la seconde année, elle se trouve recouverte & incorporée à la substance même de l'arbre.

De quelque façon qu'on intercepte donc la sève, on est sûr de hâter les productions des arbres, sur-tout l'épanouissement des fleurs & la production des fruits. Je ne donnerai pas l'explication de ce fait, on la trouvera dans la statique des végétaux: cette interception de la sève durcit aussi le bois, de quelque façon qu'on la fasse; & plus elle est grande, plus le bois devient dur. Dans les arbres entièrement écorcés, l'aubier ne devient si dur que parce qu'étant plus poreux que le bois parfait, il tire la sève avec plus de force & en plus grande quantité; l'aubier extérieur la pompe plus puissamment que l'aubier intérieur; tout le corps de l'arbre tire jusqu'à ce que les tuyaux capillaires se trouvent remplis &

obstrués; il faut une plus grande quantité de parties fixes de la sève pour remplir la capacité des larges pores de l'aubier, que pour achever d'occuper les petits interstices du bois parfait, mais tout se remplit à peu près également; & c'est ce qui fait que dans ces arbres, la diminution de la pesanteur & de la force du bois depuis le centre à la circonférence, est bien moins considérable que dans les arbres revêtus de leur écorce, & ceci prouve en même temps, que l'aubier de ces arbres écorcés ne doit plus être regardé comme un bois imparfait, puisqu'il a acquis en une année ou deux par l'écorcement, la solidité & la force; qu'autrement il n'auroit acquise qu'en 12 ou 15 ans; car il faut à peu près ce temps dans les meilleurs terrains, pour transformer l'aubier en bois parfait: on ne sera donc pas contraint de retrancher l'aubier, comme on l'a toujours fait jusqu'ici, & de le rejeter: on emploiera les arbres dans toute leur grosseur, ce qui fait une différence prodigieuse, puisque l'on aura souvent quatre solives dans un pied d'arbre, duquel on n'auroit pu en tirer que deux: un arbre de 40 ans pourra servir à tous les usages auxquels on emploie un arbre de 60 ans; en un mot, cette pratique aisée donne le double avantage d'augmenter non-seulement la force & la solidité, mais encore le volume du bois.

Mais, dira-t-on, pourquoi l'Ordonnance a-t-elle défendu l'écorcement avec tant de sévérité? N'y auroit-il pas quelque inconvénient à le permettre, & cette opération ne fait-elle pas périr les fouches? Il est vrai qu'elle leur fait tort; mais ce tort est bien moindre qu'on ne l'imagine, & d'ailleurs il n'est que pour les jeunes fouches, & n'est sensible que dans les taillis. Les vûes de l'Ordonnance sont justes à cet égard, & sa sévérité est sage; les marchands de bois sont écorcer les jeunes Chênes dans les taillis pour vendre l'écorce, qui s'emploie à tanner les cuirs; c'est-là le seul motif de l'écorcement. Comme il est plus aisé d'enlever l'écorce lorsque l'arbre est sur pied qu'après qu'il est abattu, & que de cette façon un plus petit nombre d'ouvriers peut faire la

même quantité d'écorce, l'usage d'écorcer sur pied se seroit rétabli souvent sans la rigueur des loix : or pour un très-leger avantage, pour une façon un peu moins chere d'enlever l'écorce, on faisoit un tort considérable aux fouches. Dans un canton que j'ai fait écorcer & sécher sur pied, j'en ai compté plusieurs qui ne repoussent plus, quantité d'autres qui poussent plus foiblement que les fouches ordinaires, leur longueur a même été durable; car après trois & quatre ans j'ai vu leurs rejettons ne pas égaler la moitié de la hauteur des rejettons ordinaires de même âge. La défense d'écorcer sur pied est donc fondée en raison, il conviendrait seulement de faire quelques exceptions à cette règle trop générale. Il en est tout autrement des futayes que des taillis, il faudroit permettre d'écorcer les baliveaux & tous les arbres de service; car on sçait que les futayes abattues ne repoussent presque rien, que plus un arbre est vieux lorsqu'on l'abat, moins la fouché épuisée peut produire; ainsi, soit qu'on écorce ou non, les fouches des arbres de service produiront peu lorsqu'on aura attendu le temps de la vieillesse de ces arbres pour les abattre. A l'égard des arbres de moyen âge qui laissent ordinairement à leur fouché la force de reproduire, l'écorcement ne la détruit pas; car ayant observé les fouches de mes six arbres écorcés & séchés sur pied, j'ai eu le plaisir d'en voir quatre couvertes d'un assez grand nombre de rejettons, les deux autres n'ont poussé que très-foiblement; & ces deux fouches sont précisément celles des deux arbres, qui, dans le temps de l'écorcement, étoient moins en sève que les autres. Au mois de Novembre dernier, tous ces rejettons avoient 3 à 4 pieds de hauteur; & je ne doute pas qu'ils ne se fussent élevés bien plus haut si le taillis qui les environne & qui les a devancé, ne les privoit pas des influences de l'air libre si nécessaire à l'accroissement de toutes les plantes.

L'écorcement ne fait donc pas autant de mal aux fouches qu'on pourroit le croire, cette crainte ne doit donc pas empêcher l'établissement de cet usage facile & très-avantageux;

mais il faut le restreindre aux arbres destinés pour le service, & il faut choisir le temps de la plus grande sève pour faire cette opération; car alors les canaux sont plus ouverts, la force de succion est plus grande, les liqueurs suivent plus aisément, passent plus librement, & par conséquent, les tuyaux capillaires conservent plus long-temps leur puissance d'attraction, & tous les canaux ne se ferment que long-temps après l'écorcement; au lieu que dans les arbres écorcés avant la sève, le chemin des liqueurs ne se trouve pas frayé, & la route la plus commode se trouvant rompuë avant d'avoir servi, la sève ne peut pas se faire passage aussi facilement, la plus grande partie des canaux ne s'ouvre pas pour la recevoir, son action pour y pénétrer est impuissante, & ces tuyaux séchés de nourriture sont obstrués faute de tension; les autres ne s'ouvrent jamais autant qu'ils l'auroient fait dans l'état naturel de l'arbre, & à l'arrivée de la sève ils ne présentent que de petits orifices, qui, a la vérité, doivent pomper avec beaucoup de force, mais qui doivent toujours être plutôt remplis & obstrués que les tuyaux ouverts & tendus des arbres que la sève a humectés & préparés avant l'écorcement; c'est ce qui a fait que dans nos expériences les deux arbres qui n'étoient pas aussi en sève que les autres, ont péri les premiers, & que leurs souches n'ont pas eu la force de reproduire; il faut donc attendre le temps de la plus grande sève pour écorcer, on gagnera encore à cette attention une facilité très-grande de faire cette opération, qui, dans un autre temps, ne laisseroit pas que d'être assez longue, & qui, dans cette saison de la sève, devient un très-petit ouvrage, puisqu'un seul homme grimpé au-dessus d'un grand arbre, peut l'écorcer du haut en bas en moins de deux heures.

Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes épreuves sur d'autres bois que le Chêne; mais je ne doute pas que l'écorcement & le desséchement sur pied ne rende tous les bois, de quelque espèce qu'ils soient, plus compacts & plus fermes; de sorte que je pense qu'on ne peut trop étendre & trop recommander cette pratique.

Je viens de recevoir une lettre d'Angleterre de M. Hickman Membre de la Société royale, par laquelle il me marque que dans la province de Nottingham où il est actuellement, c'est l'usage d'écorcer les arbres & de les laisser sécher sur pied; l'écorce, dit-on, en est meilleure pour tanner les cuirs, & l'aubier de l'arbre devient fort dur, presque aussi dur que le cœur de Chêne, l'aubier de ces arbres dure trois fois plus long-temps que l'aubier ordinaire, mais bien moins que le cœur de Chêne; on ne laisse que six mois l'arbre sur pied après l'écorcement, &c. On voit que cela s'accorde avec ce que dit le Docteur Plot & avec mes expériences.



M E T H O D E

Pour déterminer par observation, l'excentricité de la Terre, & celle des Planetes inférieures.

Par M. GRANDJEAN DE FOUCHY.

L'EXCENTRICITÉ des Planetes a toujours été regardée comme un des principaux éléments de leur théorie, & les Astronomes se sont de tout temps appliqués à la déterminer exactement. Les Anciens qui pensoient que le mouvement des Planetes se faisoit sur des cercles, & qu'elles y parcouroient des portions égales en temps égaux, ne nous paroissant aller inégalement que parce que nous les voyons d'un point différent du centre de leur orbite; les Anciens, dis-je, avoient sur ce principe imaginé différentes méthodes de déterminer l'excentricité, mais toutes dépendantes de cette théorie.

21 Mai
1735.

Ceux qui les ont suivis s'étant aperçus que les diamètres apparents ne quadroient point avec l'excentricité tirée des mouvements supposés uniformes sur la circonférence d'un cercle, & qu'elle devoit être beaucoup plus grande, imaginèrent, pour expliquer ces apparences, différentes hypothèses. Képler démontra le premier que les orbites approchoient beaucoup de la figure elliptique, & sur ce nouveau principe, on imagina de nouvelles méthodes de déterminer l'excentricité auxquelles l'hypothèse des ellipses sert de base & de fondement; en sorte que nous n'avons eu jusqu'à présent dans l'Astronomie, aucune méthode géométrique & directe de déterminer cet élément par observation & sans employer d'hypothèse. Comme cependant cette recherche doit être le fondement de la théorie des Planetes, il m'a paru extrêmement important de pouvoir déterminer l'excentricité par elle même & sans aucun mélange de suppositions

Mém. 1738.

A a

qui pussent la rendre suspecte. Je me suis donc appliqué à en chercher les moyens, je crois avoir été assez heureux pour y réussir, & je vais donner dans ce Mémoire la manière de déterminer celle de la Terre & des deux Planetes inférieures, par peu d'observations simples & faciles.

Fig. 1.

Pour cela soit ADP l'orbe annuel dont C soit le centre, S le lieu du Soleil. Soit HGE une portion de l'orbite de Jupiter, G le point de son opposition arrivée, comme je le suppose, près de la ligne passant par le Soleil perpendiculaire à la ligne AP des apfides de la Terre; EG, GH , seront les parties de l'orbite de Jupiter parcourues depuis le point E , où il étoit lorsque la Terre a passé en A dans son aphélie jusqu'à son opposition, & depuis son opposition jusqu'au passage de la Terre en P dans son périhélie. Pour lors on a le lieu de Jupiter vû du Soleil en G , observé dans son opposition: on a par l'observation, des oppositions précédentes & suivantes, ou même par les tables, puisque une légère erreur est peu à craindre dans cet angle, les angles GSE, GSH , qui, ôtés des angles GSA, GSP , donneront les angles PSH, ASE ; si donc on suppose le rayon de l'orbe de Jupiter de 10000 parties, on aura dans chacun des deux triangles PSH, ASE , un côté & deux angles, puisqu'on a par observation les angles SPH, SAE ; on connoîtra donc la différence des côtés PS, SA , qui sera l'excentricité cherchée SE .

Mais si on a soin d'observer les latitudes apparentes de Jupiter la Terre étant en I dans l'opposition, & la Terre étant en A & en P où elle se trouve dans la ligne des apfides, on aura la longueur du rayon IS ; car les latitudes observées sont entr'elles réciproquement comme les distances, on connoîtra donc la proportion de IG & AE ; mais le rapport de AE à ES qui est égal à SG , est connu, on aura donc la proportion de IS à SG , & par conséquent SI ; voilà donc l'excentricité & un troisième rayon déterminés. Voyons présentement à quel point de précision peut atteindre cette méthode.

La distance de Jupiter au Soleil est à celle de la Terre au Soleil, comme 3 est à 16, ou environ un cinquième & un tiers : donc la latitude de Jupiter observée de la Terre en *A*, doit être différente de celle observée de la Terre en *I*, d'un cinquième & un tiers de sa quantité ; si en *I*, par exemple, elle étoit de $1^{\circ} 35'$, en *A* elle ne sera plus que de $1^{\circ} 16'$, ce qui donne une différence de $19'$, quantité très-perceptible & dans l'observation de laquelle on peut apporter bien de l'exactitude, puisque $19'$ égalant $1140''$, une erreur de $5''$ dans la latitude ne produiroit qu'une 228° partie d'erreur dans le rayon *IS*, & par conséquent il y a peu à craindre de ce côté là. Je ne parle point ici du changement de latitude pendant la durée de l'observation, les trois oppositions observées nous fournissent assés le moyen de nous garantir d'erreur de cette part.

A l'égard de l'angle *SEA* qui est ordinairement de 7 à 8 degrés, on voit aisément qu'il est bien difficile de s'y tromper assés considérablement pour produire une erreur sensible ; cet angle étant conclu de l'angle observé *GSA* du rayon de Jupiter en opposition avec la ligne *AP* des apsidés de la Terre, & de l'angle *GSE* tiré des oppositions observées précédemment & après l'opération. Or cet angle *GSE* ne peut être sujet à erreur qu'autant que le mouvement de Jupiter seroit inégal pendant 15° vers son aphélie ou son périhélie, qui sont les endroits où se doit faire l'observation de l'opposition *G*, ces deux points de l'orbite de Jupiter étant à peu-près vers les moyennes distances de la Terre au Soleil. Or la différence des équations de Jupiter pendant 13° vers ces points, n'est que de $12''$ dans son aphélie, & $13''$ dans son périhélie ; on auroit donc tort de soupçonner une grande erreur dans l'observation de cet angle, puisque quand on supposeroit le mouvement de Jupiter uniforme pendant ce temps, on ne se tromperoit que de $13''$ au plus, quantité qui ne peut produire aucun effet sensible dans la recherche présente ; car premièrement cette erreur se distribueroit à peu-près également dans les deux

triangles PSH , SEA , & par conséquent ne changeroit point la proportion des bases SA , SP , qui est ce que l'on demande.

Secondement, & c'est une très-bonne manière de vérifier cette opération, l'angle SEA se peut tirer par observation des passages de l'ombre des Satellites & des Satellites même sur le disque de Jupiter; cette opération donnant très-exactement la conjonction du Satellite avec le Soleil par le passage de l'ombre sur le centre de Jupiter, & celle du même Satellite avec la Terre par le passage du Satellite sur le même centre, d'où on conclut aisément l'angle que font les deux lignes ES , EA , qui vont de Jupiter à la Terre & au Soleil.

Il est donc évident que l'on n'a pas de grandes erreurs à craindre dans la détermination des éléments des triangles SEA , SHP ; mais voici quelque chose de plus fort. Je ne suppose plus qu'on ne s'y puisse tromper que de quelques secondes, je suppose qu'on se soit trompé inégalement dans les angles SEA , SHP , & que cette inégalité, car, comme nous avons vu ci-dessus, toute erreur égale dans les deux triangles ne changeroit rien à l'opération; je suppose, dis-je, que cette inégalité monte à $1'$, ce qui est bien éloigné de $13''$ que nous avons trouvé pour terme de la plus grande erreur, & je dis qu'en ce cas même la proportion des côtés ES , SA , n'en sera pas considérablement altérée, car les côtés PS , SA , sont entr'eux comme les sinus des angles qui leur sont opposés: ainsi le sinus de SEA qui est 7° étant 12187 , si l'on suppose dans cet angle une erreur d'une minute, son sinus sera 12216 , dont la différence d'avec le premier est 29 , ce qui est environ la 420^e partie du sinus; ainsi on se seroit trompé de la 420^e partie seulement du rayon SA , ou, en le supposant de 10000 parties, de 24 de ces mêmes parties, quantité assez petite par elle-même, & qu'on ne trouve cependant qu'en supposant dans l'opération une erreur infiniment au-dessus de toutes celles qu'on peut raisonnablement y soupçonner.

On pourroit encore m'objeéter que je suppose ici comme connu la position des apfides AP de la Terre, sur laquelle les Astronomes ne sont point d'accord; mais quand on supposeroit un ou deux degrés d'erreur dans sa position, cela ne produiroit, comme on le verra dans la suite, aucune erreur sensible dans l'excentricité. Il est donc vrai de dire qu'on peut par cette méthode, déterminer l'excentricité de la Terre exactement & directement.

Si on veut supposer l'orbite elliptique, les mêmes opérations donneront aussi la position de la ligne des apfides, cette seconde question n'étant que ce Problème : *Étant donnée la distance entre les foyers d'une ellipse & une ligne droite partant d'un de ces foyers & se terminant à la circonférence, trouver l'angle que forme le grand axe avec cette ligne?* Problème si simple qu'il se résout par la Trigonometrie rectiligne, puisque par la propriété de l'ellipse IF étant égal à $PA - SI$, on a dans le triangle SIF les trois côtés donnés; on aura donc aussi l'angle ISA de la ligne où s'est faite l'opposition de Jupiter & de la ligne des apfides, & par conséquent sa position.

Je ne voudrois cependant me servir de ce dernier article qu'avec beaucoup de circonspection, lorsque l'on seroit extrêmement sûr des latitudes observées, & que la ligne de l'opposition de Jupiter tomberoit assés loin de la perpendiculaire à la ligne des apfides, à cause de l'extrême lenteur avec laquelle les sinus des angles décroissent lorsqu'ils approchent de l'angle droit; ce qui fait qu'une différence très-médiocre dans les latitudes observées, en donneroit une considérable dans la position des apfides, si on n'avoit attention aux conditions dont je viens de parler. Mais si on les observe exactement, on n'aura point d'erreur considérable à craindre; car si on choisit une opposition qui se fasse dans un rayon SG , incliné de 40° à la ligne des apfides, en supposant la plus grande erreur possible dans la détermination du côté SI que nous avons fait voir être au plus de la 228^e partie dudit côté, on aura le côté IF trop grand ou trop

petit de la même quantité; puisque la somme des deux est donnée, on pourra donc trouver le sinus de l'angle ISA trop grand ou trop petit, au plus de la même quantité, c'est-à-dire, d'un $228''$, qui ne répond au plus qu'à $35''$ ou $36''$. Passons présentement à la détermination de l'excentricité des Planètes inférieures.

Fig. 2. Pour cela soit AGP une moitié de l'orbe de Venus ou de Mercure, dont AP soit la ligne des aphides. Soit $CEDH$ une portion de l'orbe de la Terre, lorsque Venus sera en A dans son aphélie, on observera de la Terre E la distance au Soleil AES , & lorsqu'elle sera parvenue en P dans son périhélie, on observera encore la distance SDP au Soleil, ayant soin dans ces deux opérations, d'avoir exactement le lieu du Soleil & la latitude apparente de la Planète en A & en P ; pour lors dans les triangles ASE , SDP , on aura les angles AES , SDP , les angles ASE , PSD : d'ailleurs en vertu des latitudes observées, on a les proportions des côtés AE , PD , on aura donc aussi celle des côtés AS , SP , dont la différence sera l'excentricité cherchée.

Au lieu des rayons DP , AE , conclus par la latitude, on peut se servir des rayons SD , SE , tirés de la théorie de la Terre; ce qui peut servir de vérification à la méthode que je propose, & dont je vais présentement examiner la portée & l'exactitude.

Premièrement, les angles observés AES , SDP , de la distance de Venus au Soleil, seront extrêmement grands si on a soin de choisir une année où l'une des deux conjonctions de la Planète se fasse près de la ligne des moyennes distances, les supposant pour Venus de 40° dont le sinus est 6427876 , la différence pour $1'$ est 2228 . Si donc on se trompoit dans l'observation de ces angles d'une minute de plus dans l'un que dans l'autre, on auroit dans l'excentricité une erreur de la 2886^e partie du rayon: j'ai dit de plus dans l'un que dans l'autre, car toute erreur égale ne produiroit aucun changement dans la proportion des lignes AS , SP .

A l'égard de Mercure, les angles AES , SDP , pouvant être de 30° dont le sinus est 500000, une minute d'erreur donnera pour différence du sinus 2519, & par conséquent une 1985^e partie d'erreur dans le rayon AS ou SP .

Pour la proportion des côtés EA , DP , qui sont conclus de la latitude observée, la latitude de Venus en A étant de $58''$, & en P de $1^\circ 37'$, dont la différence est $39'$ ou $2340''$, & par conséquent $5''$ d'erreur dans l'observation ne produiront qu'une 468^e partie de différence dans le rayon AE & le rayon AS .

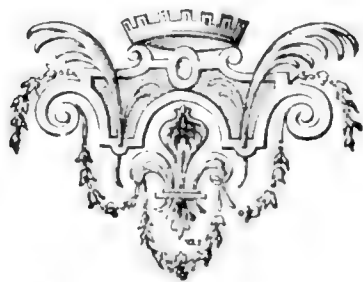
On pourroit encore m'objecter que rien n'est plus incertain que la position des apfides de Venus & de Mercure, les meilleurs Astronomes ne s'accordant pas à plus près que 6° sur la position de l'aphélie de Venus, & plus près que 4° sur la position de celui de Mercure. Mais on peut s'assurer de n'avoir rien à craindre de ce côté; car en supposant même l'étendue de ces limites, & qu'on eût mesuré au lieu de la ligne des apfides une autre ligne passant par le Soleil, terminée de part & d'autre à la circonférence de l'orbite, & qui fit avec la ligne des apfides un angle de 6° , ou, ce qui est la même chose, que la ligne AP ne fût pas la ligne des apfides, mais qu'elle fit avec elle un angle de 6° , la différence entre les deux parties AS , SP , ne seroit différente de la véritable excentricité, que d'une 7500^e partie, ce qui peut passer pour une erreur à négliger, & est cependant ce qu'il y a craindre de plus fâcheux de ce côté-là.

J'aurois bien souhaité pouvoir joindre des exemples à tous ces raisonnements; mais comme les occasions de pouvoir faire ces sortes d'observations ne se présentent pas tous les jours, je me suis déterminé à donner ce projet seul en attendant les observations, dont je ne laisserai échapper aucune occasion.

Une dernière réflexion, est qu'on peut examiner par ce moyen, si les excentricités, les distances & les mouvements

attribués aux Planetes dans les différentes Tables Astronomiques, quadrent ensemble ; puisqu'en supposant les lieux vrais & les distances des tables, on en peut déduire l'excentricité, & réciproquement de l'excentricité donnée, on en peut déduire les distances.

A l'égard des Planetes supérieures, cette méthode ne pourroit pas aisément s'appliquer à leurs excentricités : j'espère fournir des moyens aussi simples & aussi faciles de les déterminer ; mais j'ai cru la méthode que je viens de proposer d'autant plus nécessaire, que la théorie des Planetes inférieures est beaucoup moins perfectionnée que celle des supérieures, & qu'on ne sauroit avoir trop de manières de déterminer des éléments si délicats, & qui, malgré toute l'attention & l'industrie des Astronomes, ne leur échappent que trop souvent.



MANIERE

M A N I E R E

De préparer les Extraits de certaines Plantes.

Par M. GEOFFROY.

APRÈS avoir donné en 1731 & en 1732, les Analyſes des Chairs des Animaux & de quelques autres aliments pour déterminer la quantité des parties nourriſſantes qu'elles contiennent, il étoit naturel que j'examinaiſſe de même certains végétaux qui ſont en uſage, ſoit comme légumes, ſoit comme altérants ou purgatifs. Ayant beaucoup travaillé ſur pluſieurs de ces végétaux, les réſultats ne me donnoient rien de plus ſingulier, que ce que nous avons déjà dans les Regiſtres de l'Académie, à quelques différences près, qui n'auroient pas rendu mes détails fort intéreſſants; ainſi, je ne crus pas qu'il fût à propos de publier des obſervations peu dignes des Recueils de cette Académie. J'avois cependant découvert qu'avec une certaine attention à faire les extraits de pluſieurs Plantes qui ſont d'uſage dans la Médecine, on trouvoit le moyen de conſerver toute leur vertu dans un très-petit volume.

Mais je craignoſ que cette découverte n'appartint plutôt à la Pharmacie qu'à la Chimie: d'ailleurs, ce n'étoit, pour ainſi dire, que la rectification d'une opération ſimple & très-commune, qui n'auroit pas mérité d'être publiée, ſi une ſemblable préparation n'avoit été miſe en vogue depuis quelque temps ſous un autre nom, par un autre moyen, & ſous la protection du Roy.

On ſçait que M. le Comte de Lagarais, très-eſtimé dans ſa province, pour les établiffemens charitables qu'il a faits, fit voir à Sa Majeſté en 1731, des Poudres qu'il nommoit *Sels eſſentiels*, & qu'il tiroit des végétaux par le moyen d'un diſſolvant univerſel appliqué d'une certaine manière. Pendant trois ou quatre ans, le diſſolvant & la manière de l'employer ont été tenus ſecrets, & ce n'eſt que depuis un an ou dix-huit

Mem. 1738.

B b

mois, que M. de Lagarais ayant dévoilé tout le mystère, on a su que son dissolvant étoit de l'eau agitée vivement par une espèce de mouffoir à Chocolat.

*Extrait des
Mémoires de l'Académie
des Sciences, 1759.
Page 59.*

On trouve dans une lettre de Joel Langelot, *de rebus in Chimia pratermissis*, la description & le dessin d'une machine à triturer les mixtes, d'où l'on a pu prendre l'idée de la machine dont se sert M. le Comte de Lagarais. Quant au dissolvant qui est le même, il y a cependant une différence remarquable entre ces deux machines : le pilon de celle de Langelot broye les mixtes en appuyant sur eux, les froissant comme entre deux meules, & les réduisant en une espèce de bouillie à l'aide de l'eau, dont il ne met qu'une très-petite quantité à la fois. Le mouffoir de celle de M. de Lagarais, au contraire, est tenu suspendu dans un vase de verre élevé de bord, & dont il ne touche point le fond : ce vase contient beaucoup d'eau, & très-peu du mixte dont on veut tirer le prétendu sel essentiel. La principale pièce de la machine de Langelot est une rouë verticale à dents, engrainant dans un pignon qui fait mouvoir le pilon triturant. La machine de M. le Comte de Lagarais est mue par une rouë horizontale à rainures, semblable à celle des Lapidaires, qui fait tourner le mouffoir ; & ce mouffoir est garni au bas de quatre ailerons, ou espèces de vanes de bois mince de deux pouces de haut sur un pouce & demi de large, qui battent l'eau, & qui l'entretenant pendant sept ou huit heures dans un mouvement circulaire, rapide & non interrompu, forcent le mixte, déjà divisé par une pulvérisation précédente, à se diviser encore davantage & à abandonner à l'eau ses principes les plus aisément dissolubles.

Le hazard m'a fait tomber entre les mains quelques papiers d'un Chimitte Allemand, nommé M. Pollier, auquel quelques suscriptions de lettres trouvées dans les mêmes papiers, donnent la qualité d'Ecuyer de l'Electeur Palatin. Parmi ces papiers il y a une lettre sans date dans laquelle on lui envoie quelques observations sur l'usage d'une machine presque semblable à celle de M. de Lagarais, & qui est mue par des

poids devidants d'une poulie portant à son axe une rouë à dents, engrainant comme celle de Langelot, dans un pignon qui a pour axe vertical le bâton d'un mouffoir à ailerons ou vannes, peu différents de ceux du mouffoir de M. de Lagarais; mais qui doivent faire le même effet. On trouve une pareille machine à mouffoir dessinée à côté de celle de Langelot dans la Planche K, page 204 du Traité de la Verrerie de Kunckel, imprimé en Allemand à Amsterdam, in-quarto 1679.

Le travail de la machine de M. de Lagarais est d'une utilité réelle; & quoiqu'il ne fournisse pas un véritable sel essentiel des mixtes, nom qu'il a donné aux poudres qu'il a fait voir au Roy, & que Sa Majesté lui a permis de faire débiter pour employer le profit au soulagement des pauvres, c'est du moins un extrait très-pur des parties gommeuses, résineuses & salines des végétaux : extrait qui a la propriété de se pouvoir réduire en poudre, de pouvoir être administré en petit volume, & de se dissoudre dans les liqueurs convenables à la maladie pour laquelle on juge à propos de l'employer. Ainsi, bien loin de condamner des remèdes préparés de cette manière, je crois qu'il est important de les introduire dans l'usage de la Médecine, ne fût-ce que pour les personnes délicates & pour les enfants. Mais la préparation de ces extraits par la machine de M. le Comte de Lagarais, a des inconvénients : elle est longue, de dépense, l'évaporation de l'eau chargée des principes du végétal, demande des bains-marie multipliés, des lieux très-étendus, une grande quantité de charbon : en un mot, elle n'est pas praticable à Paris où le feu coûte beaucoup, & les endroits convenables encore davantage; ainsi, je ne crois pas pouvoir me dispenser de dire qu'il y a un moyen beaucoup plus simple, puisqu'il en résulte plus vite les mêmes effets, & que je retire des végétaux un résidu desséché, qui, détaché de la porcelaine où il a évaporé, mériterait le nom de sel essentiel aussi-bien que celui de M. de Lagarais, s'il m'étoit permis de me tromper sur cette dénomination.

Mais pour faire sentir l'utilité des préparations de M. le

Comte de Lagarais par sa machine, l'exacte ressemblance des mêmes préparations selon la méthode simple & abrégée que je proposerai, & l'avantage de ces extraits sur les extraits faits par les méthodes ordinaires; il faut mettre les uns & les autres en comparaison.

Les extraits ordinaires décrits dans les Pharmacopées, se font ainsi. On exprime le suc de certaines Plantes aqueuses, comme le Pourpier, la Joubarbe, &c. ce suc exprimé se dépure de lui-même, on le filtre & on le met évaporer doucement au bain-marie. Celui de la Joubarbe se réduit en consistance de gomme tendre, de couleur d'ambre, d'un goût acide & astringent.

A l'égard des Plantes qui ont moins de suc que les précédentes ou que leurs semblables, on les fait cuire dans une quantité d'eau proportionnée à leur volume: on exprime la liqueur, on la laisse reposer, & on la décante doucement sur un filtre, & l'on met évaporer au bain-marie ce qui a passé par le filtre.

Il se cristallise à la longue dans ces extraits un sel qui est nitreux dans beaucoup de Plantes. Celui du Pourpier, par exemple, suse sur le charbon allumé comme de la poudre mouillée; d'autres Plantes donnent aussi d'autres sels. Voyés sur cela le Mémoire de M. Boulduc.

*Année 1734.
Page 101. des
Mém. de l'Ac.*

Il y a des Plantes qui laissent dans leurs décoctions un sédiment considérable d'une terre fine, qui reste indissoluble sur le filtre, & qu'on rejette ordinairement après avoir fait passer dessus de nouvelle eau chaude pour en dissoudre ce qui pourroit y être demeuré de sel essentiel.

Ces sucres ou ces décoctions de Plantes étant épaissis par évaporation, sont ce qu'on nomme extraits. Ils renferment en cet état le sel essentiel de la Plante qui en fait la plus petite partie; l'huile, la partie gommeuse & la résineuse.

En un mot, tout ce qu'on nomme communément Principes de la Plante, la terre grossière exceptée, s'y trouve rassemblé & plus rapproché qu'il ne l'étoit dans la Plante; mais on ne peut pas dire de ces extraits qu'ils soient des sels

essentiels, comme M. le Comte de Lagarais le dit des siens.

On ne donne le nom de sel essentiel qu'à ce qui l'est véritablement. Le vin, le verjus, quelqu'autres suc, comme celui de l'Épine-vinette, de la Grenade, de la Groseille, rendent ce sel par simple déposition & sans aucune préparation précédente. Il faut évaporer les suc de Citron, d'Orange, le vinaigre même, jusqu'à consistance de sirop clair, pour avoir leurs sels essentiels, qui ne se cristalliseroient jamais dans une trop grande quantité de flegme. Cependant s'ils sont trop évaporés, il s'en forme un extrait, qui, par sa viscosité, empêche la réunion des molécules salines, & retarde considérablement leur cristallisation; mais comme les sels en question n'y sont pas pour cela détruits, & qu'ils y existent toujours avec leurs différences spécifiques, on s'en apperçoit aisément lorsqu'on mêle ensemble différents extraits, puisqu'il s'y fait une fermentation & un gonflement qui ne doivent être attribués dans le cas présent, qu'à la réaction de ces sels de différents genres les uns sur les autres.

Or si l'on veut faire voir que les sels essentiels sont actuellement dans ces suc épais, il n'y a qu'à étendre ces extraits dans de l'esprit de vin rectifié; les parties huileuses ou résineuses de l'extrait s'y dissoudront, & le sel restera à découvert & débarrassé des autres matières qui le cachotent. Je n'ai pas besoin de m'étendre davantage sur cette préparation ordinaire de ces sortes de médicaments; ce que j'en ai dit suffit pour faire sentir la différence de ceux-ci avec ceux de M. de Lagarais, dont je vais parler. J'ajouterai seulement qu'il y a quelques mixtes, le Benjoin, par exemple, qui, étant infusés pendant quelques heures dans l'eau chaude, y laissent leurs sels. On n'a qu'à filtrer cette infusion & la laisser refroidir, on y trouve de petits cristaux fins & en aiguilles, semblables aux fleurs de Benjoin.

Le Succin bien porphyrisé, infusé de même dans l'eau chaude, lui communique une saveur aromatique acide; cette liqueur évaporée lentement, laisse des cristaux qui sont le sel du Succin.

Par le moyen de l'esprit de vin dans lequel on a fait dissoudre les baumes du Perou, on retire avec le temps un sel essentiel de ces Baumes.

On en trouve aussi dans plusieurs huiles essentielles, & j'en ai fait voir à l'Académie en 1721, lorsque je lus mon *Mémoire sur ces huiles athérées.*

*Mémoire de
l'Acad. 1721.
page 147.*

J'ai observé depuis du sel essentiel dans des eaux distillées, sur-tout dans celles de Plantes aromatiques, & dans des bouteilles où je conservois de l'esprit de Cochlearia.

Enfin je sais par ma propre expérience qu'on peut faire un sel essentiel, ou, si l'on veut, un sel neutre de Gayac, en versant l'esprit acide rectifié de ces bois sur son sel fixe ou lixiviel.

Tous ces sels peuvent être regardés comme des sels essentiels, ou tout au moins comme des sels moyens cristallisés, ils en ont la transparence, la netteté; personne ne peut douter en les voyant que ce ne soit des sels. Il n'en est pas de même des préparations dont je vais parler.

Ceux à qui M. le Comte de Lagarais a communiqué toutes les circonstances de son opération, mettent dans une grosse bouteille de verre, large d'ouverture & de la capacité de six à sept pintes, une once ou environ de la matière dont ils veulent avoir le sel, soit Quinquina, Gayac, Senné ou autre, déjà grossièrement pulvérisée. Ils versent par-dessus deux pintes & chopine au moins d'eau, celle de pluie ou distillée agit mieux qu'une eau trop crüe. On fait entrer le mouffoir jusqu'au milieu ou aux deux tiers de la liqueur, en élevant plus ou moins le support de la bouteille. On recouvre l'ouverture de cette bouteille d'un parchemin ou d'une vessie mouillée pour empêcher que l'écume qui s'élève pendant l'agitation, ne sorte hors de ce vaisseau; & par le moyen de la grande rouë horizontale dont il a été parlé au commencement de ce Mémoire, on fait mouvoir circulairement & fort rapidement les ailerons de ce mouffoir pendant sept à huit heures ou davantage, selon que le corps qu'on expose à ce mouvement est plus ou moins dur à pénétrer. Après

quoi on laisse reposer pendant une heure ou deux la liqueur chargée légèrement des principes les plus purs du mixte : on la verse par inclination sur douze ou quinze assiettes plates de porcelaine ou de fayence très-unies ; en sorte qu'il y ait peu de liqueur sur chacune, & on les expose au Soleil, ou bien on les place sur un bain-marie préparé pour cet effet ; car si on les faisoit évaporer au bain de sable, la petite quantité d'extrait qui reste étendue sur chaque assiette, courroit le risque de se brûler. Lorsque cet enduit d'extrait est desséché en une couche très-mince, on le détache avec un grattoir à papier, le plus adroitement qu'il est possible, parce que chaque petit éclat ou écaille que l'instrument enlève de dessus l'émail de l'assiette auquel elle est très-adhérente ayant du ressort, saute assés haut & se perd si l'on n'y prend garde. Ce sont toutes ces petites écailles réunies qui font le prétendu sel essentiel. Ce qui a pu tromper & leur faire donner ce nom, c'est que la partie de l'écaille de cet extrait sec qui étoit adhérente à l'assiette, étant détachée d'une surface très-polie, y a pris un brillant qui la fait paroître d'un côté comme l'une des faces de quelque sel cristallisé ; & toutes ces petites écailles mises ensemble dans un flacon, ressembtent par ces brillants, à un sel menu qu'on auroit coloré de brun ou d'autre teinte.

Il n'y a point de doute que cette méthode d'ouvrir & de diviser les substances végétales, ne puisse être employée utilement sur tous les corps que l'eau peut pénétrer ; mais il est difficile de se persuader qu'elle puisse opérer avec le même succès sur les corps métalliques, principalement sur l'argent, sur l'or, puisque du fer même qui est plus aisé à pénétrer par l'eau qu'aucun autre, à peine tire-t-elle de deux onces de limaille, trois à quatre grains d'une matière terreuse blanche, qu'on peut même soupçonner venir de l'eau elle-même aussi-bien que de la limaille qu'on y a tenuë dans un mouvement rapide. Ainsi, toutes les fois qu'on fera voir des sels métalliques extraits par une semblable opération, on aura droit de croire que le dissolvant n'aura pas été simple, & que l'eau

qu'on aura employée contenoit quelques sels. M. Grosse qui a examiné les sels métalliques de M. le Comte de Lagarais, a trouvé dans tous des indices de sel marin.

Il est vrai que si par la machine de Langelot on triture les feuilles d'or avec très-peu d'eau à la fois, on parvient à réduire l'or en une liqueur, qui, distillée ensuite, donne quelques gouttes rouges. Feu M. Homberg vérifia cette expérience en 1707 ou 1708; mais comme il s'étoit servi d'un mortier d'acier & d'une molette de même métal ajustée à ce mortier, il est à craindre que la couleur rouge de cette dissolution de l'or ne vint de quelques particules détachées du mortier & de la molette par un frottement fort & rapide. Quoi qu'il en soit, cette expérience n'a rien de commun avec celles de M. le Comte de Lagarais, où l'on n'emploie pas un frottement de cette espèce. On ne peut disconvenir que la manière dont M. le Comte de Lagarais fait évaporer ses extraits, ne soit excellente. Il y a très-long-temps que je l'ai mis en usage par simple curiosité, sur-tout pour les extraits des fleurs de Violettes, de Roses, d'Œillets & de quelques autres fleurs, à dessein de leur conserver leur odeur & leur couleur, & il seroit à souhaiter qu'on fit tous les extraits de la même manière. Mais quand on est obligé d'en préparer en quantité, cette méthode est presque impraticable; ce qui oblige de recourir à la méthode ordinaire dont j'ai parlé ci-devant. Et quoiqu'on puisse dire qu'il est facile de multiplier les mouffoirs, de les mouvoir par un courant d'eau ou par des chevaux, on ne remédie pas au principal inconvénient qui est la difficulté de l'évaporation, laquelle s'augmente à mesure qu'on augmente la quantité de ces teintures; car si l'on a 20 ou 30 pintes d'eau chargée des principes de différents végétaux, quel sera le bain-marie ou l'étuve assez grande pour évaporer de suite cette quantité de teinture distribuée sur une si grande quantité d'affiettes? Or on ne peut en retarder l'évaporation, parce que cette teinture s'aigrirait bien-vite, sur-tout dans les temps chauds. Ainsi, l'inutilité de ces moulins est assez démontrée; ils ne peuvent servir
tout au

tout au plus qu'à satisfaire la curiosité de quelques personnes qui voudroient préparer ces sortes d'extraits pour leur usage particulier, ou qui auroient dessein d'examiner certaines matières trop pesantes pour être tenuës suspenduës dans une eau qui ne seroit agitée que par la chaleur du feu.

Mais l'on peut appliquer très-utilement cette manière d'évaporer les infusions des végétaux, aux Plantes purgatives, comme le Senné, la Gratiolle, la Soldanelle, la Coloquinte, la racine d'Hellebore, les Tithimales, & pour avoir en poudre sèche & en petit volume les parties véritablement fébrifuges du Quinquina, sans charger l'estomac des fibres inutiles de cette écorce. Il ne s'agit ici que d'abréger autant qu'il sera possible l'opération de M. le Comte de Lagarais, & d'avoir attention de ne travailler comme lui, que très-peu de matière à la fois. Ces extraits coûteront à la vérité un peu plus de peine, de soins & de dépense, que les extraits ordinaires; mais on en retirera une très-grande utilité, en ce qu'on évitera aux malades délicats & aux enfants le dégoût des infusions de certains purgatifs, données en grand volume. On évitera aussi en traitant le Quinquina de cette manière, le désagrément de la boisson, le volume des opiates, ou la difficulté de digérer trois ou quatre fois par jour le poids d'un gros de cette écorce avallée en poudre. Ceux qui sont dans l'usage de certains purgatifs, ou qui, sujets à des récidives de fièvres, sont dans la nécessité de recourir souvent au Quinquina, pourront faire ces préparations eux-mêmes plus aisément que par la machine de M. de Lagarais.

L'action du mouffoir de cette machine ne sert, comme je l'ai déjà dit, qu'à tenir dans une agitation violente, les particules du mixte qu'on a mis dans l'eau, à les amincir par des frottements répétés, à rendre leurs pores plus aisément pénétrables par l'eau, qui alors en dissout les sels & les gommes, & en détache les parties résineuses qui y restent suspenduës. Ainsi, cette agitation rapide n'opère rien de plus que ce que feroit l'eau bouillante versée sur les mêmes mixtes. J'ai traité divers végétaux par les deux moyens, c'est-à-dire,

par une machine semblable à celle de M. le Comte de Lagarais, & par l'eau bouillante, & je n'y ai trouvé aucune différence, si ce n'est que par l'eau bouillante, l'extraction étoit beaucoup plus exacte; ce qui me force à conclure que la machine est inutile. Le seul exemple de l'infusion du Thé & de l'ébullition du Caffé, prouve que l'on tire beaucoup plus vite les principes de ces deux végétaux par la manière ordinaire de préparer ces deux boissons, qu'on ne le feroit avec tout l'appareil d'une machine, muë pendant 24 heures.

Je vais donner quelques exemples de préparations d'extraits purgatifs faits sans mouffoir; & qui, comparés comme on voudra à ceux qui sont préparés par le mouffoir, ne laisseront appercevoir aucune différence, pas même dans leurs effets.

J'ai versé sur un gros de Senné en poudre, trois demi-septiers d'eau bouillante, je l'ai laissé infuser à chaud pendant 24 heures, j'ai filtré l'infusion, je l'ai fait évaporer au bain-marie dans une terrine de cristall, jusqu'à ce que la liqueur commençât à prendre une légère consistance de sirop clair, ensuite je l'ai distribuée également sur des assiettes de porcelaine pour achever l'évaporation jusqu'à sec, au même bain; car moins il y a de liqueur sur l'assiette, mieux la couche de l'extract se dessèche; si on en mettoit davantage, cette couche seroit trop épaisse & resteroit humide, ce qu'il faut éviter. Par une première expérience, j'ai eu 24 grains d'extract bien sec en petits éclats ou écailles, brillantes d'un côté, & ternes du côté supérieur qui ne touchoit point à l'émail de l'assiette. La même expérience répétée m'a laissé aussi 24 grains d'extract sec; ainsi, ces 24 grains d'extract équivalent à un gros de Senné qu'on donneroit en infusion; ils purgent de même, ou seuls, ou joints à la manne, ou pris dans quelque conserve avec une solution de quelque sel purgatif par-dessus, ou étendus dans l'eau comme tisane laxative, ou dissous dans quelque eau minérale. De plus, ils n'ont pas le désagrément de l'infusion.

La feuille de Gratiole qui est un purgatif violent, ayant

été pulvérisée comme le Senné, & traitée de même, m'a laissé comme lui, la même quantité d'extrait. Cet extrait de Gratiolle purge très-bien à 8, 10 & 12 grains.

Je ne parle point ici des extraits des autres purgatifs que j'ai cités, pour ne pas allonger inutilement ce Mémoire; mais on voit bien qu'en proportionnant les doses, ils pourront être utiles aux enfants & aux personnes qui ont une répugnance invincible pour les purgatifs de mauvais goût, ou qui, avec cette répugnance, sont trop délicates pour qu'on puisse risquer de leur donner la Scammonée, qui cause presque toujours des coliques violentes, & souvent des superpurgations. On n'aura qu'à réduire ces extraits en poudre très-fine avec le sucre, & si l'on veut, avec quelque terre absorbante qui en puisse tenir les parties résineuses divisées. La dissolution de ces extraits se fera promptement dans l'estomac, pour peu qu'on prenne de la boisson chaude par-dessus & pendant la journée.

Je reviens au Senné, pour faire voir que l'action purgative de son extrait préparé comme je viens de le dire, est moins infidèle que les infusions ordinaires. On sçait qu'en l'insulant à froid il purge doucement, ce qui dépend cependant du plus ou moins de temps qu'il aura été tenu dans l'eau. Infusé à chaud il purge plus vivement. On voit encore qu'il faudroit déterminer, & la durée de l'infusion, & le degré de chaleur.

Ainsi, la variété dans l'effet purgatif de cette Plante dépend de la manière dont elle est pénétrée par l'eau qui doit se charger de ses principes actifs. Les follicules de Senné qui sont les siliques ou gouffes dans lesquelles les graines de l'arbre sont renfermées, purgent, dit-on, plus doucement que la feuille. La raison est, que le tissu de ces membranes destinées par la nature à la conservation des semences, est beaucoup plus serré que le tissu des feuilles; & que l'eau chaude même le pénétrant plus difficilement, n'en tire que peu de ces principes actifs, parce que l'usage est de retirer l'infusion du feu quand l'eau commence à bouillir, c'est-à-dire, dans

le temps qu'elles commenceroient à lui abandonner tout ce qui fait leur vertu purgative ; d'ailleurs, elles ont une viscosité naturelle, qui est un obstacle à l'entrée des parties de l'eau dans ces membranes : elles purgeroient de même que les feuilles, si on les faisoit bouillir long-temps ; car toutes les parties du Senné purgent, même les petites tiges ou pédicules des feuilles, il ne s'agit que de les ouvrir par une ébullition dont la durée soit proportionnée à la ténacité de leur tissu.

Mais en faisant des extraits desséchés de ce purgatif de la manière que je propose, on remédie aux inconvénients que j'ai fait remarquer : on a dans 24 grains de poudre, toute la vertu purgative d'un gros de Senné, & l'on est le maître d'en augmenter ou diminuer la dose, suivant l'âge ou le tempérament des malades. Je passe à l'extrait de Quinquina.

Ce fébrifuge connu depuis 70 ans se prenoit autrefois en poudre au poids de deux gros à la fois, & deux ou trois prises guéritoient alors des fièvres obstinées qui avoient résisté pendant des années entières aux autres remèdes fébrifuges. On s'est déterminé ensuite à suivre la méthode du Chevalier Talbot, qui distribuoit l'infusion du Quinquina dans le vin. Mais les maladies de poitrine étant devenues plus fréquentes dans ce climat, soit par l'intempérie des saisons, soit parce qu'on a méprisé la simplicité ancienne des aliments, ceux qui en étoient affectés ne pouvant s'accommoder de l'usage de la poudre du Quinquina, ni de son infusion dans le vin, qui les échauffoit trop, on a passé à l'usage du Quinquina infusé ou bouilli dans l'eau, & à celui des opiates ou des extraits, mais des extraits faits selon les méthodes ordinaires. Toutes ces préparations ne donnent pas ce qu'on cherche, c'est-à-dire, l'effet salutaire du fébrifuge exempt du mauvais goût & de la difficulté de le digérer, sans ressentir des pesanteurs d'estomac.

Par la méthode indiquée ci-dessus, on réduit au tiers chaque dose ordinaire du Quinquina ; car l'on peut être assuré qu'un extrait sec de cette écorce pesant 24 grains,

contient tout ce qu'il y d'efficace dans un gros de Quinquina le mieux choisi; & que de plus, par les expériences que j'en ai faites pendant l'Automne dernière, cet extrait arrête la fièvre aussi vite & aussi sûrement que le Quinquina pris en substance ou en infusion; car je suis persuadé que pris en substance, les sucs de l'estomac dans lequel il séjourne, ne peuvent en extraire davantage.

J'ai pesé exactement un gros de Quinquina réduit en poudre fine, je l'ai mis dans un matras, & j'ai versé dessus une once & demie d'esprit de vin rectifié; je l'ai tenu en digestion pendant du temps, soit au Soleil, soit au bain-marie, l'esprit de vin en a tiré une belle teinture. J'ai fait évaporer cette teinture sur une assiette de porcelaine, au bain-marie, jusqu'à ce qu'elle ait été parfaitement sèche, j'en ai eu 20 grains & demi d'extrait résineux. J'avois versé sur le marc deux onces d'eau bouillante pour en enlever tout le salin & le gommeux; cette impregnation ayant été évaporée de même & à sec, m'a laissé 3 grains $\frac{1}{2}$ d'extrait. Ainsi, par un procédé encore plus exact que celui d'un extrait fait par l'eau seule, je ne retire que 24 grains d'extrait sec & en poudre. Le résidu desséché étoit parfaitement insipide & ne pesoit que 42 grains; mais les 6 grains qui se trouvent en perte sont la poudre fibreuse & insipide qui est resté engagée dans les pores du filtre.

Ainsi, il paroît assez constant par cette expérience faite avec des dissolvants de différents genres spiritueux & aqueux, que quand on a pris un gros de Quinquina en poudre, les sucs de l'estomac & des intestins n'en extraient d'actif que la première quantité de 24 grains, qui est la partie febrifuge du Quinquina. C'est aussi cette même quantité qui passe dans l'eau ou dans le vin, où l'on fait bouillir le Quinquina; & c'est par elle que ces décoctions guérissent aussi la fièvre.

La résine du Quinquina est de telle nature, qu'elle peut être pénétrée & enlevée par l'eau bouillante si on la jette sur cette écorce en poudre fine. Tant que l'eau restera dans un certain degré de chaleur, la résine y demeurera divisée,

suspenduë & invifible, & l'eau fera d'une couleur ambrée; mais fi la chaleur vient à diminuer, la liqueur fe trouble, devient laiteufe, & la partie réfineufe fe précipite. Le vin qui eft une liqueur aqueufe, faline & médiocrement spiritueufe, eft le diffolvant le plus convenable de la fève de l'arbre du Quinquina, coagulée & defléchée dans fon écorce; c'eft pour cette raifon que quand il l'a diffoute & enlevée en la faifant infufer deffus, il refte clair & transparent, & il ne fe trouble un peu légèrement que quand on y ajoûte de l'eau. Ainfi, dans l'infufion du Quinquina par l'eau, la chaleur foutient la réfine fufpenduë dans le liquide; dans le vin, c'eft la partie spiritueufe & inflammable qui fait cet effet. Si l'eau refroidit, cette raifine fe précipite; fi dans le vin la quantité du spiritueux eft trop étenduë & affoiblie par une addition d'eau, il en arrive prefqu'autant. Or fi cette réfine de Quinquina eft la partie la plus active de ce fébrifuge, comme il eft raifonnable de le croire, on voit quel cas on doit faire de ces infufions clarifiées qu'on ordonne quelquefois par trop de complaifance pour les malades; puifque dans ces fortes d'infufions il ne refte prefque rien de cette partie réfineufe, & qu'on n'y apperçoit plus qu'une légère amertume qui n'eft que la partie gommeufe & faline de la fève de cet arbre; car le mélange complet & non divifé des principes de cette écorce fébrifuge, doit être mis au nombre de ces fubftances que nous nommons *Gommes-réfines*, qui fe diffolvent imparfaitement dans l'eau, & dont le vin eft le véritable diffolvant.

Quand je veux faire l'extract fec du Quinquina par l'eau, je mets un gros de cette écorce en poudre dans trois demi-septiers d'eau bouillante, je tiens le matras au bain-marie bouillant pendant 24 heures, je filtre cette infufion le plus chaud qu'il eft poffible, de crainte que la réfine ne fe coagule en refroidiffant fur le filtre, je la fais évaporer enfuite dans une terrine de verre, au bain-marie, comme je l'ai pratiqué pour les autres extraits; puis je la diftribué fur des affiettes, où elle dépole la partie réfineufe à mefure qu'elle

refroidit un peu. Cette pellicule résineuse qui furnage la liqueur, a les couleurs changeantes de la gorge du pigeon : enfin en continuant l'évaporation elle se dessèche, aussi-bien que la liqueur qui est dessous, & laisse sur l'assiette un extrait qui la fait paroître comme dorée ou bronzée. Cette même couleur bronzée s'observe, comme on sçait, sur les cuves d'indigo des teinturiers, & sur les tassés de rouge qui venoient autrefois d'Espagne, & qu'on prépare avec le carthame ou safran bâtard. Je ferai observer ici, qu'il faut nécessairement faire cette évaporation du Quinquina sur des assiettes qui ayent une surface vitrifiée ou émaillée, parce que j'ai remarqué que si on la fait sur des assiettes d'argent, elle attaque ce métal, ou du moins son alliage, & y laisse des places ternes & corrodées.

On n'observe point toutes ces couleurs changeantes quand on fait évaporer une teinture du Quinquina faite par l'esprit de vin ou dans le vin ; mais si à ces teintures on ajoute une infusion du Quinquina dans l'eau, comme il se fait un commencement de précipitation de résine, ses parties s'arrangent apparemment d'une manière convenable à produire l'effet d'une infinité de petites lames. *

* Voy. l'Opt.
de Newton.

L'infusion dont je viens de parler d'un gros de Quinquina dans une livre & demie d'eau, m'a laissé 20 grains d'extrait sec ; ainsi, trois demi-septiers d'eau en tirent un demi-grain moins que n'a fait dans l'expérience ci-dessus, une once & demie d'esprit de vin. J'ai versé sur le marc desséché une once & demie d'esprit de vin qui en a enlevé une nouvelle teinture, & cette teinture évaporée a laissé 3 grains d'extrait résineux sec. Ce produit est un peu différent de celui de la première expérience ; mais la différence peut venir aussi de la difficulté qu'il y a de rassembler exactement toutes les parties de l'extrait desséché en le ratissant de dessus l'assiette.

Par ces expériences répétées de deux façons différentes, l'une par l'esprit de vin & ensuite par l'eau, l'autre par l'eau & ensuite par l'esprit de vin, il reste pour constant que si l'on veut faire usage de ces extraits secs, il en faut $2\frac{1}{2}$ grains

pour tenir lieu d'un gros de Quinquina en substance, & que par conséquent, on diminuera le volume de deux tiers; ce qui est un avantage pour les estomacs délicats, qui ne peuvent digérer facilement un gros de Quinquina, pris de quatre heures en quatre heures. De plus, cet extrait peut se diviser en poudre très-sine, & se dissoudre à la manière des autres extraits, dans du vin ou dans quelqu'autre boisson.

Cette manière de préparer l'extrait de Quinquina est, comme je l'ai déjà dit, beaucoup plus longue que celle des Pharmacopées, attendu qu'on ne peut guère travailler que sur une ou deux onces de matière à la fois; mais elle est plus commode que celle de M. le Comte de Lagarais, puisqu'on peut se passer de sa machine. J'ai oublié de rapporter ici une observation qui paroitra peut-être un peu trop scrupuleuse, c'est que dans ces extraits on doit faire une petite soustraction de la partie terreuse que l'eau a pu y déposer; puisque l'eau la plus pure distillée jusqu'à 20 fois, toujours avec des cucurbites de verre neuves & bien nettes, avec le même chapiteau & le même récipient bien fermé avec de la vessie, m'a laissé à chaque distillation, même à la vingtième, un sédiment terreux.

Je crois avoir démontré dans ce Mémoire, que ce que l'on débite à Paris sous le nom de Sel essentiel de Quinquina, de Gayac, d'Absinte, de Chicorée, de Centaurée de Bretagne & de Sabine, préparé selon la méthode de M. le Comte de Lagarais, n'est point un sel essentiel; mais un extrait sec & bien fait: qu'on peut avoir par infusion, & par une évaporation ci-dessus décrite & presque semblable à la sienne, des extraits aussi sûrs & aussi parfaits que par sa machine: que ces sortes d'extraits ne peuvent être mis en usage pour le commun des malades, à cause de la difficulté qu'il y a de les préparer en quantité; mais que cette méthode n'est pas à rejeter quand il s'agira de traiter des personnes délicates & des enfants.



R E C H E R C H E S
S U R
LA HAUTEUR DU POLE DE PARIS.

Par M. LE MONNIER le Fils.

LES découvertes qui ont été faites en ces derniers temps 14 Juin
1738.
sur l'*Aberration des Etoiles fixes*, ont répandu tout d'un coup un si grand jour sur la plupart des questions qui partageoient les Astronomes de ce siècle, qu'il semble que par leur secours la plus grande partie des Eléments d'Astronomie se peut rectifier aujourd'hui d'une manière assez facile; mais comme de toutes ces questions il n'y en a pas de plus importante que celle qui regarde la Hauteur du Pole de Paris, puisque cette Ville est, pour ainsi dire, le siège de l'Astronomie moderne, & que depuis l'établissement de l'Académie, on y a fait un grand nombre d'observations qui surpassent en exactitude, tout ce que l'antiquité nous a laissé de plus précieux, d'autant qu'elles ont toutes cet avantage d'avoir été faites par le secours des Horloges à Pendule, des Lunettes & du Micrometre, appliqués aux Quart-de cercles, Inventions que l'on peut compter entre les plus grandes découvertes qui ont été faites depuis un Siècle; je me bornerai donc ici à examiner quelle est cette hauteur du Pole, & quelles sont les vraies causes des changements qu'on a cru y remarquer.

Je me trouve d'autant plus engagé à poursuivre ces recherches, qu'il y a déjà long-temps que j'ai entre les mains les observations des Astronomes de l'Académie, dans le dessein de les mettre en ordre & de les publier le plutôt qu'il me sera possible, ne doutant point que tous les Sçavants n'en puissent retirer tous les avantages nécessaires, pour parvenir à de nouvelles découvertes, & confirmer entièrement celles qu'on ne croit pas encore bien établies.

Mem. 1738.

D d

Mais avant que de rapporter les observations dont je me servirai pour conclurre la hauteur du Pole de Paris, il est important de remarquer que cette hauteur du Pole a été prise en divers endroits & avec différens instrumens : cependant il est très-facile de faire la réduction de chaque lieu au parallèle de l'Observatoire ; car feu M. *Delisle* nous a dressé en 1716 un plan fort exact de la Ville ; & d'ailleurs M.^{rs} *Picard* & *de Louville* ont eu grand soin de déterminer par la Trigonometrie rectiligne, la position du lieu où ils ont fait leurs observations ; ce que j'ai pratiqué aussi à l'égard du lieu, que j'ai choisi à Paris pour faire mes observations avec toutes les commodités possibles.

Je supposerai la Réfraction à 50" à la hauteur apparente du Pole de Paris, c'est-à-dire, 2" plus petite que selon la Table de M. *Cassini*, & 14" plus petite que selon la Table de M. *de la Hire*. Je ferai voir dans la suite sur quoi peut être fondée cette supposition, m'étant servi du Probleme XIX des Tables Astronomiques de M. *de la Hire* ; car dans ce Probleme on peut trouver la hauteur du pole & le double de la Réfraction qui lui convient, pourvu qu'on connoisse la déclinaison de deux Astres observés, l'un au Nord, & l'autre au Midi, à la hauteur d'environ 45 ou 50° dans le Méridien. Cette méthode qui est fort simple, est peut-être la seule qui puisse être employée dans la pratique de l'Astronomie, tant que l'on n'aura point d'instrumens pour observer les Azimuts ; mais comme M. *de la Hire* y suppose les déclinaisons de deux Astres, & qu'il n'y a pas long-temps qu'on a proposé un moyen sûr & exact de trouver ces déclinaisons, voici comme j'ai procédé dans l'exécution de ce précepte. J'ai observé tant à Torneâ qu'à Paris, les hauteurs méridiennes supérieures & inférieures de l'Etoile polaire : comme cette Etoile décrit chaque jour un fort petit cercle autour du Pole, la Réfraction qui élève chaque hauteur à Torneâ & à Paris, diminuë fort peu sa distance au Pole. Ayant fait la comparaison des distances apparentes de l'Etoile au Pole, déterminées sous des latitudes si différentes, il m'a

été fort aisé d'en conclurre la vraie distance au Pole, & par conséquent le complement de cette distance, qui est la déclinaison que je voulois connoître. Ces opérations sont si simples que je ne doute point que cette déclinaison n'ait été déterminée à 5" près; & il ne me paroît pas possible qu'on puisse se tromper davantage, lorsqu'on veut observer avec soin, sur-tout si l'on se sert de Quart-de-cercles garnis de Micrometre: ainsi l'Astre observé du côté du Nord à Paris, étoit l'*Etoile polaire* dont j'ai connu la vraie déclinaison.

J'ai trouvé la déclinaison *du Soleil* observé du côté du Midi, au même degré de hauteur que l'Etoile polaire, par la méthode que j'ai employée il y a quelques années pour trouver l'Equation du centre du Soleil, ayant eu le Ciel assés favorable aux deux derniers Equinoxes pour déterminer les passages au Méridien du Soleil & de Procyon par des hauteurs égales prises à l'Orient & à l'Occident, & ayant évité par-là les erreurs qu'on pourroit soupçonner dans les passages observés au Quart-de-cercle mural, dont je n'ai plus voulu faire usage.

De cette manière j'ai satisfait aux conditions du Probleme proposé par M. *de la Hire*; car ayant trouvé l'ascension droite vraie de *Procyon* au 1.^{er} Janvier 1738 de $111^{\circ} 23' 30''$, & par conséquent le 4 & le 5 Avril 1738, l'ascension droite vraie & la déclinaison du Soleil que j'ai corrigée par la paralaxe de $0' 8''$, j'ai comparé les hauteurs méridiennes du Soleil observées les mêmes jours, avec celles de l'Etoile polaire observées les jours suivans, & j'ai trouvé la Réfraction plus petite que par la Table de M. *Cassini*; mais en attendant que ces observations aient été répétées un assés grand nombre de fois pour en conclurre avec toute la justesse possible la quantité de la Réfraction, nous prendrons $0' 5 0''$ pour celle qui convient à la hauteur du Pole de Paris.

Je commence donc par les Observations Astronomiques faites par M. *Picard* aux environs de la Porte Montmartre. Comme la hauteur du Pole y fut déterminée avec un très-grand soin en 1668 & 1669, & qu'on y employa diffé-

rents Arcs de cercles qui donnerent tous le même résultat ſçavoir, un grand Quart-de-cercle de 9 pieds 7 pouces de rayon tout de fer, un Sextans auſſi de fer de 6 pieds de rayon, mais dont le limbe étoit de cuivre, & enfin le Quart-de-cercle de 3 pieds de rayon qui avoit ſervi à la meſure de la Terre; & que c'eſt ſur ces obſervations, qu'on peut bien regarder comme les meilleures qui ayent été faites, qu'eſt fondée la hauteur du Pole de Paris déterminée pour la première fois avec quelque exactitude, je n'ai fait aucune difficulté de négliger quelques-unes des obſervations précédentes. Nous avons cependant celles de M.^{rs} Buot & Roberval, faites au commencement de 1667, dans le Jardin de la Bibliothèque du Roy, avec le Sextans de 6 pieds de rayon, mais qui n'étoit pas encore garni de Lunettes, puisſque ce ne fut gueres que vers le mois de Septembre 1667 qu'on ſubſtitua les Lunettes d'approche aux Pinnules; or il faut remarquer, par rapport à ces obſervations, qu'il ſe trouve quelques fautes dans le 1.^{er} Volume de l'Histoire de l'Académie; car on y trouve (p. 66.) la hauteur du Pole obſervée par M. Buot en 1668, au lieu que ce n'étoit que ſur la fin de 1666, & au commencement de 1667: de plus, on y ſuppoſe l'Obſervatoire plus méridional que le Jardin de la Bibliothèque du Roy, de 1' 5", au lieu de 1' 5 2" qu'on a toujours trouvées; enfin M. Buot n'avoit déterminé la hauteur apparente du Pole du Jardin de la Bibliothèque du Roy, que de 48" 52' 45", mais M. de Roberval s'apperçut enſuite qu'il y avoit 15" d'erreur dans la poſition des Pinnules; or il n'eſt pas dit en quel ſens on doit y avoir égard.

Je reviens donc aux obſervations faites au Jardin de la Bibliothèque du Roy au commencement de 1668 avec les deux grands inſtruments dont nous avons parlé ci-deſſus. Au commencement de Janvier 1668, on trouva conſtamment la plus grande hauteur de l'Etoile polaire, de 51° 22', & la plus petite hauteur, de 46° 24', ce qui donnoit la hauteur du Pole apparence, de 48° 53'; mais au commencement de Septembre de la même année, on obſerva de nouveau

la plus grande hauteur de l'Etoile polaire, & on la trouva plus petite d'environ $\frac{1}{4}$ de minute, ce qui ne s'accorde gueres avec les observations que nous avons faites sur l'Aberration de cette Etoile; mais peut-être que cette dernière observation du mois de Septembre ne fut pas faite avec le même soin que les précédentes, ce qui est d'autant plus facile à concevoir que ces instruments étoient exposés au vent.

C'est pourquoi sur la fin de Décembre de l'an 1669, M. *Picard* observa près la Porte Montmartre avec le Quart-de-cercle de 3 pieds de rayon, la plus grande hauteur de l'Etoile polaire, de $51^{\circ} 21' 0''$, & la plus petite hauteur, de $46^{\circ} 25' 0''$: le lieu de ces observations étoit 2' plus septentrional que l'Observatoire. Or la hauteur du Pole apparente déterminée par les observations précédentes étant de $48^{\circ} 53' 0''$, on aura celle de l'Observatoire de $48^{\circ} 51' 0''$, d'où ôtant $50''$ pour la Réfraction, la vraie hauteur du Pole de l'Observatoire sur la fin de 1669 auroit été de $48^{\circ} 50' 10''$.

Nous pourrions rapporter aussi d'autres observations faites avec un petit Quart-de-cercle de $27\frac{1}{2}$ pouces de rayon, le même qui fut ensuite porté en Cayenne; mais cet instrument étoit placé dans un lieu dont le plancher n'étoit pas bien solide; & quoiqu'on y eut égard autant qu'il étoit possible, néanmoins les observations de la plus grande hauteur de l'Etoile polaire ayant été souvent répétées sur la fin de 1668 & au commencement de 1669, la différence est quelquefois d'environ $0' 20''$; & si l'on prend un milieu entre toutes ces observations, la hauteur du Pole apparente seroit près la Porte Montmartre, de $48^{\circ} 53' 10''$, c'est-à-dire, $10''$ plus grande que par les observations qui furent faites l'année suivante avec le Quart-de-cercle de 3 pieds de rayon dont nous venons de parler.

Enfin tous les instruments dont on s'étoit servi près la Porte Montmartre ayant été destinés pour différents voyages, au retour desquels la plupart furent divisés de nouveau, leur limbe ayant été altéré, on en avoit fait construire deux en l'année 1670, sçavoir, celui dont M. *Cassini* s'est toujours

servi de 36 pouces de rayon, & celui de M. *Picard* de 32 pouces de rayon. Ce dernier est le même dont parle M. *de la Hire* dans ses Tables Astronomiques, & dont il s'est servi pendant près de 40 ans pour déterminer les hauteurs méridiennes des Astres. Il nous paroît ici de la dernière conséquence de faire l'histoire de ces deux Quart-de-cercles. L'un & l'autre furent divisés par le même ouvrier, à peu-près dans le même temps; tous les deux étant enfin placés à l'Observatoire en 1673, donnerent toujours les mêmes hauteurs, lorsqu'ils étoient bien rectifiés à l'horison. En 1672 celui de M. *Cassini* donnoit la plus grande hauteur du bord supérieur au Solstice d'Été de $64^{\circ} 55' 40''$; car on trouva le 20 Juin $64^{\circ} 56' 10''$, & le 21, $64^{\circ} 55' 34''$ ou $37''$: or M. *Cassini* rejette la première observation du 20 Juin, ainsi le Solstice étant arrivé entre le 20 & le 21 Juin, nous pouvons établir la plus grande hauteur du bord supérieur du Soleil de $64^{\circ} 55' 40''$; M. *Picard*, qui observoit en même temps près la Porte Montmartre avec le Quart-de-cercle de 32 pouces de rayon, trouva le 20 Juin $64^{\circ} 53' 40''$, & le 21, $64^{\circ} 53' 35''$, c'est-à-dire, en prenant un milieu, & ajoutant 2' pour la réduction à l'Observatoire, $64^{\circ} 55' 37''\frac{1}{2}$ conformément à ce qui avoit été trouvé par M. *Cassini*. En 1685 à l'Observatoire Royal M. *Cassini* trouva la plus grande hauteur du bord supérieur du Soleil, de $64^{\circ} 55' 40''$; M. *de la Hire* trouva le 21 Juin $64^{\circ} 55' 40''$. Les observations de l'Équinoxe du Printemps de l'année 1673, comparées avec celles de M. *Richer*, qui étoit alors en Cayenne, donnerent $41^{\circ} 27' 0''$ ou $10''$ pour la hauteur méridienne apparente du bord supérieur à l'Observatoire au moment que son centre se trouve dans l'Équateur; les observations de M. *Picard* faites à la Porte Montmartre, & réduites au parallèle de l'Observatoire, donnerent précisément la même chose à $1''$ ou $2''$ près.

Cependant lorsque l'Observatoire eut été achevé de bâtir en 1672, & qu'on y eut observé plusieurs années de suite la hauteur apparente du Pole, on la trouva d'environ $30''$ plus

grande avec ces deux Quart-de-cercles, que par les anciennes observations faites à la Porte Montmartre, ce qui engagea *M. Picard* à diverses recherches sur les mouvements apparents de l'Etoile polaire dont il est parlé dans son Voyage d'Uranibourg publié en 1680. Or les observations de *M. Picard* s'accordent parfaitement avec la Théorie de *M. Bradley* sur l'aberration des Etoiles fixes; mais comme on ne put alors trouver la cause de ces variations, non plus que de cette Augmentation de 3 0" dans la hauteur apparente du Pole, on crut que cela pouvoit s'expliquer par quelques irrégularités dans les réfractions causées par les feux * d'une grande Ville, au Midi de laquelle l'Observatoire étoit situé.

* Mémoires de
l'Ac. Ton. X.
pag. 371.

Voilà pourquoi *M. de la Hire*, dans ses Tables Astronomiques, ne rapporte aucune des observations de l'Etoile polaire, que j'ai trouvées dans ses registres, & qui donnent la vraie hauteur du Pole de Paris de 3 0" plus grande qu'elle n'avoit été établie; qu'au contraire il emploie les observations du Soleil faites du côté du Midi, où l'on soupçonnoit moins d'irrégularités de la part des Réfractions: mais comme les hauteurs méridiennes du Soleil aux Solstices d'Hiver & d'Été, corrigées par la Table des Réfractions de *M. Cassini*, donnoient au contraire la hauteur du Pole d'environ 2 0" plus petite que par les observations faites autrefois près la Porte Montmartre, *M. de la Hire* a cru devoir augmenter la Réfraction, & diminuer la Parallaxe du Soleil, ce qui lui donne la vraie hauteur du Pole à l'Observatoire, de 48° 5 0' 0".

Il m'auroit été fort difficile de trouver la cause de toutes ces différences sans le secours d'une Théorie sur l'Aberration des Etoiles, & du Secteur dont nous nous sommes servis en Lapponie: mais voici la méthode que j'ai suivie pour éclaircir toutes ces difficultés; j'ai comparé mes observations avec celles qui avoient été faites par *M. de la Hire* avec son Quart-de-cercle de 32 pouces de rayon, j'ai trouvé que cet instrument avoit donné les hauteurs de toutes les Etoiles qui sont proche du Zénith, plus grandes d'environ une minute que par la réduction des observations faites au Secteur, ce que

j'ai trouvé principalement par l'Etoile γ de la *grande Ourse*; or voici diverses remarques que j'ai faites, d'où le Lecteur pourra tirer telle conséquence qu'il voudra.

Il peut y avoir quelquefois deux causes différentes qui doivent faire hausser un Quart-de-cercle, l'une dépend de l'angle que forme la Lunette du Quart-de-cercle avec la ligne tirée du centre au 0^o de la division; si cet angle est plus grand qu'un droit, le Quart-de-cercle haussera nécessairement, & on en connoîtra l'erreur par le renversement, la Lunette demeurant toujours pointée au même objet dans l'horison. Cette opération est très-pénible, & d'ailleurs elle suppose que l'objet demeure à une même hauteur apparente pendant tout le temps de l'opération. Or cette supposition n'est pas tout-à-fait exacte; car j'ai quelquefois éprouvé que les Réfractions horizontales changent fort-souvent, & même d'un moment à l'autre, ce qui est conforme aux expériences rapportées par M. *Hugens* dans son Traité sur la Lumière, & celles de M. *Picard* faites à Uranibourg & sur le Mont-Valerien, qu'on trouve dans le VIII. Tome des anciens Mémoires de l'Académie; ainsi, ce sera toujours une source d'erreur si l'on n'a pas soin d'éviter les moments où les Réfractions horizontales sont inconstantes, ou plutôt, de corriger les observations faites au temps du renversement du Quart-de cercle par la différence des Réfractions, ce qu'on pourroit pratiquer exactement par le secours d'une Lunette murale ou d'un grand Niveau armé d'un Micrometre, ou bien, il faut réitérer un grand nombre de fois le renversement du Quart-de-cercle.

La seconde cause qui peut faire hausser un Quart-de-cercle, est fondée sur sa division; si l'arc de 90^o marqué sur le Quart-de-cercle répond à un arc du Ciel plus grand que 90^o , on trouvera toujours les Etoiles plus hautes qu'elles ne sont réellement, & plus ces Etoiles seront élevées sur l'horison, plus l'erreur sera grande: cette erreur diminuera donc la distance des Etoiles au Zénith; & c'est ce qui est arrivé, à ce que je crois, aux Quart-de-cercles dont nous avons parlé, principalement à celui de M. *de la Hire*, le même dont M. *Picard* se servoit

seroit au retour du voyage de Dannemarc, celui qui avoit servi à la mesure de la Terre, ayant été gâté vers la fin de ce voyage. Il seroit donc fort utile de vérifier les divisions de ces instrumens, en examinant d'abord les points 0° & 90° , comme je l'ai pratiqué tout nouvellement pour mon Quart-de-cercle par le secours de notre Secteur.

On pourroit aussi par la comparaison des observations des Solstices & de l'Etoile polaire, trouver la juste correction des Quart-de-cercles, c'est-à-dire, de combien ces Quart-de-cercles haussent ou baissent dans les hauteurs méridiennes observées; mais cette règle ne peut être vraie que lorsqu'on connoît exactement l'obliquité de l'Ecliptique. Or il se trouve dans cette obliquité, qui n'a jamais été connue bien exactement, des irrégularités dont on n'a pas encore des règles bien certaines, parce qu'on ne sçait pas si elle décroît réellement; c'est pourquoi, comme je me suis borné dans ce Mémoire à rechercher la *vraie hauteur du Pole de Paris*, je ne me servirai point des hauteurs solsticiales, parce qu'elles sont peut-être sujettes à plus d'une inégalité.

M. de la Hire dans ses Tables Astronomiques nous apprend, que par différentes observations de l'Etoile polaire dans sa plus grande & dans sa plus petite hauteur méridienne, on a conclu, en faisant une réduction, la hauteur apparente du Pole de Saint-Jacques de la Boucherie, comme M. *Picard* l'a établi dans le Livre de la Mesure de la Terre; on aura donc $48^{\circ} 52' 20''$. Or l'Observatoire est plus méridional que la Tour de Saint-Jacques de la Boucherie, de $1' 18''$, selon M. de la Hire, & de $1' 18''\frac{1}{2}$, selon le plan de M. *Delisle*; c'est pourquoi la hauteur apparente du Pole à l'Observatoire, sera $48^{\circ} 51' 2''$. La Réfraction, selon M. de la Hire, est $1' 4''$; mais nous avons établi $50'$
La vraie hauteur du Pole de l'Observatoire
sera donc $48^{\circ} 50' 12''$.

Je suis obligé d'avertir ici qu'il ne m'a jamais été possible de sçavoir avec quel Quart-de-cercle ni en quel lieu ont été
Mem. 1738. E e

218 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

faites ces observations; car dans les registres de *M. de la Hire* je n'en trouve aucune de l'Etoile polaire qui s'accorde avec cette hauteur du Pole de l'Observatoire.

Quoi qu'il en soit, *M. de Louville* qui est venu ensuite, a observé avec un très-grand soin la hauteur du Pole à l'Hôtel de Taranne. Selon ce qui est rapporté dans les Mémoires de 1721, la hauteur apparente du Pole y avoit été concluë de $48^{\circ} 52' 2''$.

Mais *M. de Louville* ayant trouvé 1008

toises de distance entre les paralleles de l'Hôtel

de Taranne & de l'Observatoire, c'est-à-dire. 1 4.

Il s'ensuivroit que la hauteur apparente du

Pole de l'Observatoire seroit de $48^{\circ} 50' 58''$.

D'où ôtant $50''$ pour la Réfraction, reste

la vraie hauteur du Pole de l'Observatoire. . $48^{\circ} 50' 8''$.

Dans les Mémoires de 1733, on trouve plusieurs observations de la hauteur du Pole faites à l'Observatoire par *M. Maraldi*, qui ayant vérifié son Quart-de-cercle à l'horison, trouva qu'il faisoit les hauteurs trop petites de $40''$. *M. Maraldi* conclut la hauteur du Pole de l'Observatoire de $48^{\circ} 50' 12''$, & il ajoûte que cette hauteur du Pole se trouve à $2''$ près de celle qu'on suppose ordinairement; mais si l'on corrige ces observations par la Réfraction dont nous nous sommes servis dans les calculs précédents, on aura la vraie hauteur du Pole de l'Observatoire de . . . $48^{\circ} 50' 14''$.

Parmi les observations astronomiques qui sont rapportées dans le Livre de la *Figure de la Terre* de *M. de Maupertuis*; on trouve (*pag. 134. & 135.*) plusieurs distances de l'Etoile polaire au Zenith observées à Paris dans un lieu qui est plus septentrional que l'Observatoire de $47'' \frac{1}{2}$. Corrigéant ces observations par l'Aberration & la Précession des Equinoxes, on conclura la hauteur du Pole de l'Observatoire de $48^{\circ} 50' 14'' \frac{1}{2}$.

Et si l'on négligeoit l'Aberration & la Précession des Equinoxes, comme en effet on les a négligées dans ce Livre,

parce qu'il ne s'agissoit que d'examiner si dans les grandes hauteurs les Réfractions étoient doubles à Tournéa de ce qu'elles sont à Paris, & qu'au contraire elles se sont trouvées de quelques secondes plus petites : dans cette supposition, la hauteur du Pole de l'Observatoire seroit de $2' \frac{1}{2}$ plus grande.

Mais pour établir avec toute la précision possible la hauteur du Pole de Paris, j'ai vérifié plusieurs fois, depuis le mois de Décembre 1737, mon Quart-de-cercle par le renversement ; & comme j'ai remarqué qu'il étoit de la dernière importance de connoître si les 90° marqués sur mon Quart-de-cercle, répondoient à un Arc du Ciel de 90° , j'ai observé, dans le temps du Crépuscule, les Etoiles \downarrow & χ de la grande Ourse, dont l'une passé à 3° du Zénith du côté du Midi, & l'autre à $\frac{1}{2}$ de degré du côté du Nord. Ces observations ont été faites avec grand soin, dans un lieu où j'étois parfaitement à l'abri du vent, & où je m'étois procuré toutes les commodités nécessaires : aussi je n'ai trouvé que $3''$ de différence lorsque j'ai examiné ce qui résultoit de ces deux Etoiles, mais j'ai conclu que les 90° marqués sur mon Quart-de-cercle, ne répondoient pas à un Arc du Ciel de 90° , il s'en falloit au moins $15''$; ainsi cette erreur doit être répartie proportionnellement sur tous les autres points de la division, supposé qu'ils soient bien placés par rapport à l'Arc total, ce qu'on vérifiera dans la suite, quoiqu'il soit fort difficile de croire que les erreurs des divisions montent à plus de $5''$. Voici les observations de l'Etoile polaire que j'ai faites au commencement de cette année 1738 :

Hauteurs supérieures.

En Janvier.

Le 1	$50^\circ 58' 19''$
7	$50 \ 58 \ 22 \frac{1}{2}$
10	$50 \ 58 \ 24$
Le milieu	$50 \ 58 \ 22 \frac{1}{2}$

Hauteurs inférieures.

En Janvier.

Le 1	$46^\circ 47' 11''$
8	$46 \ 47 \ 11$
15	$46 \ 47 \ 9 \frac{1}{2}$
Le milieu	$46 \ 47 \ 10 \frac{1}{2}$

E e ij

220 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

La hauteur apparente du Pole sans aucune correction	
de l'Instrument	48° 52' 46 $\frac{1}{2}$ "
Mais la correction de l'Instrument	55
Donc la hauteur apparente du Pole	48 51 51 $\frac{1}{2}$
D'où ôtant 47 $\frac{1}{2}$ " , on aura la hauteur apparente	
du Pole à l'Observatoire	48 51 4
Et retranchant enfin 50" pour la refraction , la vraie	
hauteur du Pole sera	48 50 14

Je vérifierai dans la suite, avec d'autres Quart-de-cercles, si cette hauteur du Pole est bien établie, 1' de plus ou de moins étant extrêmement importante pour déterminer le moment de l'Équinoxe par la méthode des Anciens, puisqu'elle y apporte 1' d'erreur : car quoiqu'on ait déjà quelques méthodes de déterminer le moment de l'Équinoxe indépendamment de la hauteur du Pole, cependant comme celle dont on se sert le plus communément, est toujours la plus simple dans la pratique, on conviendra aisément qu'il vaut mieux s'en servir, si la hauteur du Pole est une fois bien déterminée; d'un autre côté, les nouvelles méthodes de trouver le moment de l'Équinoxe sont absolument nécessaires pour déterminer la Réfraction, comme je l'ai déjà expliqué au commencement de ce Mémoire. Enfin comme la hauteur du Pole est le fondement de tous les calculs que l'on fait pour déterminer le lieu des Planètes, leurs nœuds & leurs latitudes, l'erreur que l'on y commettrait, influeroit non seulement dans le lieu des Planètes & dans leurs latitudes, mais se multiplieroit principalement dans la position des nœuds.

Au reste, comme M. *Bradley* a observé, outre l'Aberration des Étoiles fixes, un autre mouvement apparent dont on a parlé dans le Livre de la *Figure de la Terre determ.* & comme cette nouvelle découverte peut donner quelque éclaircissement à ceux qui auront comparé le grand nombre d'observations du Soleil aux Solstices faites à la Méridienne de S.^{te} Petrone, & qui ont été publiées depuis peu par M. *Manfredi*; j'ai entrepris de vérifier ce mouvement le plus exactement qu'il me sera possible, par le secours de notre Secteur,

qu'on a placé dans une Maison près le Boulevard, dont la latitude est d'environ $2^{\circ} 10''$ plus grande que celle de l'Observatoire, ce qui sera déterminé dans la suite avec la dernière exactitude.

Mais comme le petit Miroir d'acier sur lequel porte la Vis du Micrometre, avoit été un peu rouillé dans l'endroit où portoit la pointe de cette Vis, nous avons remédié à cet inconvénient, en faisant porter la pointe de la Vis un tiers de ligne plus bas; c'est pourquoi au lieu de $20^{\text{Révol.}} 23,5^{\text{part.}}$ de la Vis, qui valent $15' 0''$, selon le Livre de la Figure de la Terre, nous prendrons $20^{\text{Révol.}} 24,0^{\text{part.}}$ c'est-à-dire, une demi-partie d'augmentation, ce qui est évident, parce que cette Vis étant aujourd'hui un peu plus éloignée du centre du Secteur qu'elle n'avoit été auparavant, il est nécessaire par conséquent qu'elle parcourre un chemin plus long pour faire décrire un arc de $15'$ à la Lunette.

1738.

Nous avons observé, M. Camus & moi, l'Etoile \downarrow de la *grande Ourse*, le fil à plomb sur le point marqué $5^{\circ} 45' 0''$ de la division supérieure;

Le Micrometre marquoit,

Le 10 Mai	{	Avant le passage de l'Etoile	
		par le Méridien	$16^{\text{Révol.}} 36,6^{\text{part.}}$
		Pendant le passage..	$34 \text{ out } 9 \quad 10,0$
		Après le passage.	$16 \quad 35,5$

Donc la distance observée de l'Etoile au Zénith

vers le Midi . . . $2^{\circ} 45' 0''$ $+ 17 \quad 18,0$

J'observai encore une Etoile de la *grande Ourse* appelée χ , le fil à plomb sur le point marqué $2^{\circ} 37' 30''$

Le 11 Mai	{	Avant	$23^{\text{Révol.}} 14,2^{\text{part.}}$
		Pendant	$25 \quad 0,3$
		Après	$23 \quad 13,0$

Donc la distance observée de l'Etoile au Zénith

du côté du Nord . . . $0^{\circ} 22' 30''$ $- 1 \quad 30,7$

Ee iij

On répéta l'observation de l'Etoile \downarrow .

Le 12 Mai	{	Avant le passage	14 ^{Révol.}	12,8 ^{part}
		Pendant	31 ou 6	30,4
		Après	14	12,0
Différence.		5° 45' 0".	+ 17	18,0

L'Etoile χ .

Le 12 Mai	{	Avant	23	29,1
		Pendant	25	16,7
		Après	23	30,1
Différence		2° 37' 30"	+ 1	31,1

Le 21 Mai j'ai retourné le Secteur pour connoître la vraie distance des Etoiles au Zénith, ce qui est nécessaire pour vérifier les Quart-de-cercles, principalement ceux qui sont attachés à un gros mur dans le plan du Méridien.

La face du limbe du Secteur étoit tournée les jours précédents vers l'Orient, mais jusqu'au 4 Juin elle a toujours été dirigée vers l'Occident.

Le même jour j'observai l'Etoile χ de la *grande Ourse*; elle me parut si petite, à cause du grand jour, que je ne pus pas compter sur une aussi grande précision qu'auparavant.

Le 21 Mai	{	Avant	6 Révol.	27,0 part
		Pendant	5	30,3
		Après	6	27,0
Différence . . . 3° 22' 30"		— 0	40,7	

Le Secteur ayant toujours resté dans la même position, c'est-à-dire, le limbe étant pour lors tourné vers l'Occident, j'observai l'Etoile η de la *grande Ourse*, laquelle est à l'extrémité de la queue, le fil à plomb sur le point 4° 45' 0";

Le 2 Juin	{	Avant	28 ^{Révol.}	35,1 ^{part}
		Pendant	30	0,2
		Après	28	34,1
Différence		4° 45' 0"	+ 1	9,6

Le 4 Juin le Secteur fut retourné vers l'Orient, & M. Camus voulut bien m'aider dans cette seconde opération, où nous apportâmes tous les soins possibles. Il est bon de remarquer qu'on avoit trouvé ci-devant que le point du limbe qui répond au Zénith étoit $3^{\circ} 0' 17''$ ou $18''$; mais on ne peut gueres compter sur ce premier retournement, à cause que l'Etoile parut trop petite le 21 Mai. Cependant on démontra la Lunette à l'ordinaire, on la plaça dans sa boîte, & enfin la boîte fut transportée dans un lieu éclairé, où l'on fit marquer deux points de chaque côté vers les extrémités de l'arc du Secteur, parce que nous avions résolu d'observer *Capella*, ce qui n'étoit pas possible lorsque la division de notre Secteur ne s'étendoit qu'à $2^{\circ} 45'$ de part & d'autre du Zénith. Toutes ces opérations étant achevées, on observa, comme il suit, l'Etoile η de la *grande Ourse*, la face du Secteur étant tournée vers l'Orient.

Le 4 Juin 1738, avant le passage, le fil à plomb tombant sur $1^{\circ} 15' 0''$, le Secteur fut remué par un accident.

Pendant le passage . . .	20 Révol.	23,75 part.
Après	20	41,15
Différence . . . $1^{\circ} 15' 0''$	— 0	17,40
Mais le 2 Juin, lorsque le Secteur étoit tourné vers l'Occident . . . $4^{\circ} 45' 0''$	+ 1	9,60
Donc la vraie distance au Zénith $1^{\circ} 45' 0''$. . .	+ 0	35,50
Et par conséquent le point du limbe du Secteur qui répond au Zénith . . . $3^{\circ} 0' 18,10''$		

Le Ciel n'ayant été favorable aux observations que six jours après, j'observai le 10 Juin la même Etoile avec d'autant plus de précaution, que la première observation qui avoit été faite depuis le retournement du Secteur, ne se trouvoit point assez complète, l'observation du fil à plomb ayant été manquée avant le passage de l'Etoile.

	{	Avant le passage	19 ^{REVOL}	27,0 ¹⁸¹⁴
Le 10 Juin.		Pendant	19	7,4
		Après	19	26,0
Différence.		1° 15' 0"	— 0	19,1
Avant le retournement		4 45 0	+ 1	9,6
La vraie distance de l'Etoile au Zénith		1 45 0	+ 0	36,35
Et par conséquent le point du limbe du Secteur qui répond au Zénith .. 3° 0' 17,25".				

Nous donnerons dans la suite le résultat de nos observations, c'est-à-dire, les vraies distances des Etoiles au Zénith, observées dans le cours de chaque année; & par le secours de toutes ces distances d'Etoiles au Zénith dont on fera un bon usage pour rectifier les Quart-de-cercles, on sera bien plus à portée de décider dans la suite si la hauteur du Pole est constante, comme il paroît vraisemblable par toutes les observations que nous avons rapportées, ou, si elle est sujette à quelques variations, comme le soupçonne M. *Manfredi**, par la comparaison des Solstices d'Hiver & d'Été observés à la Méridienne de S.^{te} Pétrone depuis plus de quatre-vingt ans.

Il est à propos de remarquer au sujet de la hauteur du Pole d'Alexandrie, que cette hauteur du Pole a toujours été la même, si l'on s'en rapporte aux recherches de feu M. *Delisle*; voici comme ce célèbre Géographe s'exprime au commencement de son Mémoire sur l'étendue des grandes Villes, imprimé dans le Recueil des *Mémoires de l'Académie de 1724*.

« Si l'on compare la hauteur du Pole d'Alexandrie donnée par Ptolomée, de 30° 58', avec celle qui l'a été par feu M. *Chazelles*, de 31° 11'; & si l'on fait cette comparaison dans la vue d'éclaircir un point important, sçavoir si la hauteur du Pole & l'obliquité de l'Ecliptique ont changé dans l'intervalle du temps qui s'est écoulé entre ces deux observations, il faut remarquer, avant que de décider la question :

1.^o Que la Ville d'Alexandrie d'aujourd'hui où M. *Chazelles* a observé, est très-petite: Que les murailles anciennes de la

* De Gnomone
Metrastrobom-
nisi, cap. xii.

de la Ville, qui renferment un espace vingt fois plus grand, « & qui subsistent encore presque dans leur entier, ne sont « pourtant pas de la structure la plus ancienne; & qu'ainsi « ces murailles ne sont tout au plus que celles que la Ville avoit « du temps des Croisades. »

2.^o Que les murailles les plus anciennes de cette Ville « construite par Alexandre, avoient une bien plus grande étendue, allant, selon Strabon, jusqu'au Lac Maræotide, ce que « l'enceinte qu'on regarde aujourd'hui comme ancienne, ne « fait pas. »

3.^o Qu'il y a même beaucoup d'apparence que Ptolomée « avoit placé son Observatoire à la partie la plus méridionale « de la Ville, comme on a fait l'Observatoire Royal, afin « d'avoir un horizon découvert du côté du Midi, le plus essentiel aux Astronomes. »

Que M. *Chazelles*, au contraire, ayant observé dans la « nouvelle Ville, qui est la partie la plus septentrionale de « l'ancienne, les différents lieux de leurs observations doivent « être séparés par toute l'étendue de cette grande Ville. »

Qu'ainsi, si l'on ne fait pas ces distinctions, les conséquences que l'on tirera des observations de Ptolomée & de « M. *Chazelles*, supposées faites dans le même endroit, peuvent « jetter dans de grandes erreurs. »

Si l'on ajoute à ces remarques le peu d'exactitude avec laquelle on sçait qu'observoient les Anciens, on conviendra, ce me semble, que les observations faites à Alexandrie, ne prouvent aucunement que la hauteur du Pole ait changé, ou, du moins, que les observations de Ptolomée ne sont pas suffisantes pour décider cette question.



SUR L'ARBRE DU QUINQUINA.

Par M. DE LA CONDAMINE.

29 Mai
1737.Voyage de
Quito à Lima,
par Loxa.

MON voyage de *Quito* à *Lima* ayant été jugé nécessaire pour les affaires de la Compagnie, & la saison des pluies ayant suspendu nos opérations, je partis de *Quito* le 18 Janvier 1737; & des deux chemins de cette Ville à *Lima*, l'un par *Guayaquil*, & l'autre par *Cuença*, je choisis ce dernier, quoique le plus long & le plus pénible, pour avoir occasion de passer par *Loxa*, & d'y observer l'arbre du *Quinquina*, dont nous n'avons eu jusqu'à présent en Europe, qu'une connoissance fort imparfaite. M. de *Jussieu*, notre compagnon de voyage, Docteur en Médecine de la Faculté de Paris & frere des deux Académiciens, chargé plus particulièrement des observations botaniques, me donna en partant, un Mémoire des divers points historiques & physiques, concernant cet arbre, qui méritoient quelque éclaircissement; je me chargeai aussi de lui donner avis de la saison la plus convenable pour placer le voyage qu'il se proposoit de faire à *Loxa*, où non-seulement le *Quinquina*, mais un très-grand nombre de plantes rares & inconnues, en quoi cette contrée est très-fertile, offrent une riche récolte à la curiosité d'un Botaniste: ce Mémoire m'a servi de guide dans les recherches que j'ai eu occasion de faire, & dont je vais rendre compte.

Situation de
Loxa.*Garcilass.comm.*
de los Incas.
Tom. II. lib.

Loxa ou *Loja*, qui se prononce avec une aspiration gutturale familière à la Langue Espagnole, est une petite Ville fondée par *Mercadillo*, l'un des Capitaines de *Gonzale Pizarre*, en 1546, dans un vallon assez agréable, sur la rivière de *Catamayo*; les deux hauteurs méridiennes du Soleil que j'y ai observées le 3 & le 4 Février 1737, conspirent à la placer par les 4 degrés & presque une minute de latitude méridionale, c'est-à-dire, à près de 70 lieues plus Sud

que *Quito*; je la juge à peu-près sous le même Méridien, à environ 80 lieues de la côte du Pérou, & l'élevation de son sol à peu - près moyenne entre celle des montagnes qui forment la grande cordelière des Andes & les vallées de la Côte: le Mercure que nous avons observé à près de 28 pouces de hauteur au niveau de la mer à *Panama*, à 8 degrés de latitude Nord, à *Manta* par un degré, & au *Callao* port de *Lima*, par 12 degrés de latitude Sud, & sur les plus hautes montagnes accessibles des environs de *Quito*, à 15 pouces, se soutenoit à *Loxa* le 3 de Février de la présente année 1737, à 21 pouces 8 lignes; d'où on peut conclurre par la comparaison des diverses expériences que nous avons faites à des hauteurs connues, que le niveau de *Loxa* au-dessus de la mer, est d'environ 800 toises; le climat y est fort doux, & les chaleurs, quoique fort grandes, n'y sont pas excessives.

Le meilleur *Quinquina*, du moins le plus renommé, se recueille sur la montagne de *Cajanuma*, située à deux lieues & demie environ au Sud de *Loxa*, c'est de-là qu'a été tiré le premier qui fut apporté en Europe; il n'y a pas 15 ans que les Commerçants se munissoient d'un certificat pardevant Notaire, comme quoi le *Quinquina* qu'ils achetoient, étoit de *Cajanuma*. Je me transportai sur cette montagne le 3 Février dernier, & je passai la nuit sur le sommet, à l'habitation d'un homme du pays qui y a élu son domicile, pour être plus à portée des arbres du *Quinquina*, la récolte de leur écorce faisant son occupation ordinaire & son unique commerce; en chemin, sur le lieu & au retour, j'eus le loisir de voir & d'examiner plusieurs de ces arbres, & d'ébaucher sur le lieu même, un dessein d'une branche avec les feuilles, les fleurs & les graines qui s'y rencontrent en même temps dans toutes les saisons de l'année. Je rapportai le lendemain à *Loxa* plusieurs branches fleuries, qui me servirent à mettre au net mon dessein, & à le colorier d'après nature, tel que je le joins à ce Mémoire.

On distingue communément trois espèces de *Quinquina*. Trois espèces de *Quinquina*: quoique quelques-uns en comptent jusqu'à quatre; le blanc,

Où se recueille
le meilleur
Quinquina,

Le rouge

Le jaune.

le jaune & le rouge : on m'avoit dit à *Loxa* que ces trois espèces n'étoient différentes que par leur vertu, le blanc n'en ayant presque aucune, & le rouge l'emportant sur le jaune, & que du reste les arbres des trois espèces ne différoient pas essentiellement ; mais mon hôte de *Cajanuma*, qui passa sa vie dans cette montagne à dépouiller ces arbres, m'a assuré, ce qui m'a depuis été confirmé par le témoignage des gens les mieux instruits, que le jaune & le rouge n'ont aucune différence remarquable dans la fleur, dans la feuille, dans le fruit, ni même dans l'écorce extérieurement ; qu'enfin on ne distingue pas à l'œil l'un de l'autre par dehors, & que ce n'est qu'en y mettant le couteau qu'on reconnoît le jaune à son écorce moins haute en couleur & plus tendre : du reste, le rouge & le jaune croissent à côté l'un de l'autre, & on recueille indifféremment leur écorce ; quoique le préjugé soit pour la rouge, en se séchant, la différence devient encore plus légère ; l'une & l'autre écorce est également brune en dessus, & c'est la marque qui passa pour la plus sûre de la bonté du *Quinquina*, c'est ce que les Marchands Espagnols expriment par *Envés prieta* : on demande de plus qu'elle soit rude par-dessus, avec des brisures, & cassante.

Le blanc.

Où croît
l'Arbre de
Quinquina.

Quant au *Quinquina* blanc, ce même homme m'a assuré que sa feuille étoit plus ronde, moins lisse que celle des deux autres, & même un peu rude ; sa fleur est aussi plus blanche, sa graine plus grosse, & son écorce extérieurement blancheâtre. Il croît ordinairement sur le plus haut de la Montagne, & on ne le trouve jamais confondu avec le jaune & le rouge, qui croissent plus ordinairement à mi-côte dans les creux & les gorges, & plus particulièrement dans les endroits les plus couverts. Il reste à savoir si la variété qu'on y remarque, ne provient pas seulement de la différence du terroir & du plus grand froid auquel il est exposé ; cela s'accorderoit assez avec ce qu'on m'a assuré, que le *Quinquina* qui croît dans les lieux les plus chauds, a le plus de vertu.

Le peu de séjour que j'ai fait à *Loxa* ne m'a pas permis d'examiner par moi-même ces distinctions de couleur, de

vertu & de diversité d'espèces; cet examen eût demandé du temps, des expériences, & de plus, l'œil d'un Botaniste, ce n'est que du voyage de M. de Jussieu qu'on peut espérer ces éclaircissements.

L'arbre du *Quinquina* ne se trouve jamais dans les plaines, il pousse droit & se distingue de loin d'un côté à l'autre, son sommet s'élevant au-dessus des arbres voisins, dont il est entouré; car on ne trouve point les arbres du *Quinquina* rassemblés par touffes, mais épars & isolés entre des arbres d'autres espèces; ils deviennent fort gros quand on leur laisse prendre leur croissance, il y en a de plus gros que le corps d'un homme, les moyens ont 8 à 9 pouces de diamètre; mais il est rare d'en trouver aujourd'hui de cette grosseur sur la montagne qui a fourni le premier *Quinquina*, les arbres dont on a tiré les premières écorces, qui étoient fort gros, sont tous morts aujourd'hui, ayant été entièrement dépouillés, ce qui fait infailliblement mourir les vieux: on a reconnu par expérience, que quelques-uns des jeunes meurent aussi après avoir été dépouillés, mais non le plus grand nombre. On se sert pour cette opération, d'un couteau ordinaire dont on tient la lame à deux mains, l'ouvrier entame l'écorce à la plus grande hauteur où il peut atteindre, & pesant dessus il le conduit le plus bas qu'il peut. Il ne paroît pas que les arbres qu'on a trouvés aux environs du lieu où étoient les premiers, dûssent avoir moins de vertu que les anciens, la situation & le terroir étant les mêmes, la différence, si elle n'est pas accidentelle, peut venir seulement du différent âge des arbres. La grande consommation qui en a été faite, est cause qu'on n'en trouve presque plus aujourd'hui que de jeunes. Je n'en ai guères vu de plus gros que le bras, ni plus haut que de 12 à 15 pieds, ceux qu'on coupe jeunes repoussent du pied.

On m'a dit à *Loxa* qu'anciennement on préféroit les plus grosses écorces, qu'on mettoit à part avec soin comme les plus précieuses, aujourd'hui on demande les plus fines par préférence. On pourroit penser que les Marchands y trouvent

Son port & sa grosseur.

Comment on le dépouille.

Différence des écorces.

leur compte, en ce que les plus fines se compriment mieux & occupent moins de volume dans les sacs & coffres de cuir où on les entasse à demi-broyées. Mais un Directeur de la Compagnie Angloise de la mer du Sud à *Panama*, par où tout le *Quinquina* qui va en Europe passe nécessairement, m'a assuré, que la préférence qu'on donne aujourd'hui aux écorces les plus fines, est avec connoissance de cause, & en conséquence des analyses chymiques & des expériences qui ont été faites en Angleterre sur l'une & l'autre écorce; il y a beaucoup d'apparence que la difficulté de sécher parfaitement les grosses écorces, & l'impression de l'humidité qu'elles contractent aisément & conservent long-temps, a contribué à les décréditer. Le préjugé ordinaire est, que pour ne rien perdre de sa vertu, l'arbre doit être dépouillé dans le décours de la Lune & du côté du Levant, & on n'omit pas de prendre acte pardevant Notaire, de ces circonstances, en 1735, aussi-bien que de ce qu'il avoit été recueilli sur la montagne de *Cajanuma*, quand le dernier Vice-Roi du Pérou le Marquis de *Castel-fuerte*, fit venir une provision de *Quinquina* de *Loxa* pour porter en Espagne à son retour.

L'intérêt de ne pas rester oisifs les trois quarts de l'année, a fait revenir de ce préjugé la plupart de ceux qui s'occupent à cette récolte, tel que mon hôte de *Cajanuma*, qui m'a assuré que toutes les saisons de l'année y étoient également propres quand il faisoit sec; que l'écorce après avoir été ôtée, doit être exposée au Soleil plusieurs jours, & ne doit être emballée pour se bien conserver, que lorsqu'elle a perdu toute son humidité, & que cette seule circonstance est essentielle, ce qui paroît fort vrai-semblable: lorsqu'on en fait le triage avant que de l'emballer, on en trouve souvent de moisie, faute de cette précaution, & alors les Marchands aiment souvent mieux s'en prendre à la Lune, qu'à la négligence de ceux qui ne l'ont pas fait sécher avec soin. Je ne m'arrêterai point à faire une description plus détaillée de l'écorce aîlès connuë en Europe.

Les feuilles sont portées sur une queue d'environ demi-

Je S.^r Thomas
Blechynden.

Quel temps est
le plus propre
à la récolte.

See feuilles.

pouce de longueur, elles sont lissées & d'un beau verd, plus foncé en leur partie supérieure & plus clair en-dessous, leur contour est uni & en forme de fer de lance, arrondi par le bas & se terminant en pointe : elles ont dans leur mesure moyenne un pouce & demi ou deux pouces de large, sur deux & demi à trois pouces de long ; elles sont traversées dans leur longueur, d'une côte arrondie par-dessous, & d'un rouge foncé & brillant, sur-tout dans la moitié voisine de la queue ; cette couleur se communique souvent à la feuille entière dans sa maturité : les principales nervûres sont alternes & parallèles à trois ou quatre lignes d'intervalle les unes des autres, elles forment avec la côte du milieu, des angles plus aigus que le demi-droit, & se terminent en s'arrondissant parallèlement au bord de la feuille. Quelques gens du pays prétendent que la feuille de l'excellent *Quinquina* de la meilleure espèce, est moins lissée & même un peu coto-neuse, je n'en ai point vû de telles.

Chaque rameau du sommet de l'arbre finit par un ou plusieurs bouquets de fleurs, qui ressemblent, avant que d'être écloses, par leur figure & leur couleur bleu-cendré, à celles de la Lavande ; les boutons en s'ouvrant changent de couleur ; le pédicule commun qui soutient un des bouquets, naît aux aisselles des feuilles & se divise en plusieurs pédicules plus petits, lesquels se terminent chacun par un calice découpé en cinq parties, & chargé d'une fleur de la même grandeur & de la même forme à peu-près que la fleur de la Jacinte ; c'est un tuyau long de sept à neuf lignes, évasé en rosette taillée ordinairement en cinq & quelquefois en six quartiers ; ceux-ci sont intérieurement d'un beau rouge de carmin vif & foncé au milieu, & plus pâle vers les bords, & leur contour se termine par un liseré blanc en dents de scie, qu'on n'apperoît qu'en y regardant de près ; du fond du tuyau sort un pistile blanc chargé d'une tête verte & oblongue, qui s'élève au niveau des quartiers, & est entouré de cinq étamines qui soutiennent des sommets d'un jaune pâle, & demeurent cachées au-dedans, ce tuyau est par-dehors

Ses fleurs.

232 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
d'un rouge sale & couvert d'un duvet blancheâtre.

Son fruit. La fleur étant passée, le calice se rentle dans son milieu en forme d'olive, il grossit & se change en un fruit à deux loges, il devient plus court & plus rond en se séchant, & s'ouvre enfin de bas en haut en deux demi-coques séparées par une cloison & doublées d'une pellicule jaunâtre, lisse

Sa semence. & mince, d'où il s'échappe presque aussitôt des semences rousseâtres applaties & comme feuilletées, dont plusieurs n'ont pas demi-ligne de diamètre, très-minces vers les bords & plus épaisses vers le milieu, qui est d'une couleur plus foncée & contient la plantule dans son épaisseur entre deux pellicules; ces semences qui m'ont paru ressembler en petit à celles de l'Orme, sont attachées & disposées en manière d'écaille, sur un placenta oblong & aigu par ses deux extrémités; ce placenta tient de chaque côté à la cloison mitoyenne, il a la forme à peu-près d'un grain d'avoine, mais plus long & plus mince, applati, avec une cannelure selon sa longueur du côté qui joint la cloison, & rond avec quelques aspérités du côté opposé.

Il est fort difficile de saisir ces semences sur l'arbre même dans une parfaite maturité, en meurissant elles se séchent, & l'agitation du vent les fait tomber; en sorte qu'on ne trouve jamais sur la branche, que le fruit noué, mais encore vert aussi-tôt après la chute de la fleur, ou des capsules sèches & vuides.

On peut aisément reconnoître par cette description, combien ont été mal informés les premiers Auteurs qui ont écrit sur le *Quinquina*, & en particulier *Sebastien Badus* Médecin Génois, dans son Traité intitulé *Anastasis Corticis Peruviani seu Chinæ Chinæ defensio*.

Histoire de la
découverte du
Quinquina. L'usage du *Quinquina* étoit connu des Américains avant qu'il le fût des Espagnols; & suivant la lettre manuscrite d'*Antoine Bollus* Marchand Génois qui avoit commercé sur

* *Lit. r. cap. r.* le lieu, citée par *Sebastien Badus*, * les Naturels du pays ont long-temps caché ce spécifique aux Espagnols, ce qui est très-croyable, vû l'antipathie qu'ils ont encore aujourd'hui pour

pour leurs conquérants. Quant à leur manière d'en faire usage, on dit qu'ils faisoient infuser dans l'eau pendant un jour, l'écorce broyée, & donnoient la liqueur à boire au malade sans le marc.

Selon une ancienne tradition dont je ne garantis pas la vérité, les Américains dûrent la découverte de ce remède aux Lions, que quelques Naturalistes prétendent être sujets à une espèce de fièvre intermittente. On dit que les gens du pays ayant remarqué que ces animaux mangeoient l'écorce du *Quinquina*, en usèrent dans les fièvres d'accès, assez communes dans cette contrée, & reconnurent sa vertu salutaire: je remarquerai en passant, que les Lions d'Amérique sont beaucoup plus petits & tout différents de ceux d'Afrique; pour les Tigres, j'en ai vû en Amérique de très-grands, qui ne paroissent différer en rien des Tigres Africains.

Les vertus de l'écorce du *Quinquina*, quoique parvenues à la connoissance des Espagnols de *Loxa*, & reconnues & éprouvées dans tout ce canton, ainsi qu'il est constant par divers témoignages *, furent long-temps ignorées du reste du monde; & l'efficacité de ce remède n'acquit quelque célébrité, qu'à l'occasion d'une fièvre tierce opiniâtre, dont la Comtesse de Chinchon Vice-Reine du Pérou, ne pouvoit guérir depuis plusieurs mois. *Sebastien Badus* rapporte le fait (*lib. 1. cap. 11.*) sans la date, se contentant de dire, qu'il pouvoit y avoir 30 ou 40 ans dans le temps qu'il écrivoit.

J'ai découvert cette époque, comme je le dirai ensuite; & ce fut en 1638, un an avant la fin de la Vice-Royauté du Comte de Chinchon, qui acheva son gouvernement le 17 Décembre 1639, que ce remède, presque l'unique à qui on pût donner avec raison le nom de spécifique, sortit de son obscurité, le trait d'histoire est d'ailleurs assez connu, je le rappellerai cependant ici avec quelques circonstances nouvelles. Le *Corregidor* de *Loxa*, créature du Comte de Chinchon, informé de l'opiniâtreté de la fièvre de la Vice-Reine, qu'aucun remède ne pouvoit dompter, envoya au Vice-Roi son patron, de l'écorce de *Quinquina*, en l'assurant par écrit qu'il

* Entrez-les
D. Joseph Escobedo
de la Guerra, natif
de Loxa, où il a exercé divers
emplois, mort en 1718.
âgé de 76 ans, a dit à D. Andrés de Murillo,
Officiel de l'Archevêché
de Lima, de qui je l'ai appris,
que lorsque son père étoit venu
d'Europe, & avant que le
Quinquina fût connu à Lima,
ce remède étoit d'un usage
commun à Loxa.

Mém. 1738.

G g

repondoit de la guérison de la Comtesse, si on lui donnoit ce sébrifuge; le *Corregidor* fut aussitôt appelé à *Lima*, pour régler lui-même la dose & la préparation; & après quelques expériences faites avec succès sur d'autres malades, la Vice-Reine prit le remède & guérit. Aussitôt elle fit venir de *Loxa* une quantité de la même écorce. (*Badus* ajoute que ce fut à la sollicitation de la Ville de *Lima*, qui lui fit à ce sujet une députation.) Quoiqu'il en soit, elle distribuoit elle-même le remède à tous ceux qui en avoient besoin, & il commença alors à être connu sous le nom de *Poudre de la Comtesse*. Quelques mois après elle se débarrassa de ce soin, en remettant ce qui lui en restoit aux RR. PP. *Jesuites*, qui continuèrent à le débiter gratis, & il prit alors le nom de *Poudre des Jesuites*, qu'il a long-temps porté en Amérique & en Europe. Peu de temps après les *Jesuites* de *Lima* en envoyèrent par l'occasion du Procureur Général de la province du Perou qui passoit à Rome, une quantité au Cardinal de *Lugo* de la même Société, au Palais duquel ils le distribuèrent d'abord, & ensuite à l'Apoticaire du Collège Romain, avec le même succès qu'à *Lima*, & sous le même nom, ou sous celui de *Poudre du Cardinal*, gratis aux pauvres, & au poids de l'argent aux autres pour payer les frais du transport, ce qui continuoit encore à la fin de l'autre siècle; on ajoute que ce même Procureur de la Société passant par la France pour se rendre à Rome, guérit de la fièvre avec le *Quinquina*, le feu Roi *Louis XIV.* alors Dauphin.

Difcredit du
Quinquina de
Loxa, & la
cause.

En 1640, le Comte & la Comtesse de *Chinchon* étant retournés en Espagne, leur Médecin le Docteur *Juan de Vega* qui les y avoit suivis & qui avoit apporté une provision de *Quinquina*, le vendoit à *Séville* à cent réaux la livre; il continua d'avoir le même débit & la même réputation, jusqu'à ce que les arbres de *Quinquina* non dépouillés étant devenus rares, quelques habitants de *Loxa* poussés par l'avidité du gain, & n'ayant pas de quoi fournir les quantités qu'on demandoit d'Europe, mêlèrent différentes écorces dans les envois qu'ils firent aux foires de *Panama* dans le temps des Gallions; ce

qui ayant été reconnu, le *Quinquina* de *Loxa* tomba dans un tel discredit, qu'on ne vouloit plus donner seulement une demi-piastre * de la livre, dont on donnoit auparavant 4 & 6 piastres à *Panama* & 12 à *Séville*.

* La piastre vaut 8 reaux, & répond à 5 livres quelque sols de notre monnoye d'aujourd'hui.

En 1690, plusieurs milliers pesant restèrent à *Piura* & sur la plage de *Payta*, qui est le port le plus voisin de *Loxa*, sans que personne voulût les embarquer, ce qui a commencé la ruine de *Loxa*, ce lieu étant aujourd'hui aussi pauvre qu'il a été autrefois opulent dans le temps que son commerce florissoit.

Entre les diverses écorces qu'on a souvent mêlées avec celles du *Quinquina*, & qu'on y mêle encore quelquefois pour en augmenter le poids & le volume, une des principales est celle d'*Alizier*, qui a le goût plus stiptique & la couleur plus rouge en dedans & plus blanche en dehors; mais celle qui est le plus propre à tromper par sa ressemblance avec la véritable, est une écorce appelée *Cucharilla* d'un arbre commun dans le pays, qui n'a d'autre ressemblance avec le *Quinquina* que par son écorce, on la distingue cependant & les connoisseurs ne s'y laissent pas tromper; il y a tout lieu de croire que cette écorce de la *Cucharilla*, est celle que nous connoissons sous le nom de *Chacril*. Depuis quelques années pour prévenir cette fraude, on a la précaution qu'on négligeoit autrefois, de visiter chaque ballot en particulier, & à *Payta* où s'embarque pour *Panama* la plus grande partie du *Quinquina* qui passe en Europe, aucun ballot s'il ne vient d'une main bien sûre, ne s'embarque sans être visité, c'est de quoi j'ai été témoin à *Payta*. Il faut avouer néanmoins que malgré cette précaution, les acheteurs, qui, la plupart & le plus souvent ne s'y connoissent pas, & qui, jamais ou presque jamais ne vont à *Loxa* même faire leurs emplettes, sont dans la nécessité de s'en rapporter à la bonne foi des vendeurs de *Payta* ou de *Guayaquil*, qui, souvent ne le tiennent pas de la première main & ne s'y connoissent pas mieux. De sages réglemens pour assurer la bonne foi d'un commerce unique & si utile à la conservation du genre humain, ne seroient pas

Écorces étrangères mêlées avec le *Quinquina*.

Mémoires de l'Académie R. des Sci. 1719.

un objet indigne de l'attention de *Sa Majesté Catholique*.

Autres lieux
où se trouve le
Quinquina.

On trouve tous les jours sur la même montagne de *Cajamama* près de *Loxa*, & aux environs dans la même chaîne de montagnes, de nouveaux arbres de *Quinquina*, tels sont ceux d'*Ayaraca*, distante de *Loxa* d'environ 30 lieues vers le Sud-ouest; ce *Quinquina* est en bonne réputation & il s'en est beaucoup vendu depuis quelques années, ceux qui s'appliquent à ce commerce & qui découvrent quelque nouveau canton où ces arbres abondent, sont fort soigneux de ne le pas publier. On a aussi découvert l'arbre du *Quinquina* en différents endroits allés distants de *Loxa*, comme aux environs de *Rio Bamba*, à peu-près 40 lieues au Nord de *Loxa*, aux environs de *Cuenca*, un degré plus Nord que *Loxa* & un peu plus à l'Est; & enfin dans les montagnes de *Jaën*, à 50 ou 60 lieues au Sud-est de *Loxa*. Depuis quelques années il a passé de ce dernier en Europe, mais soit qu'il ait été reconnu moins efficace, ou que ce soit un effet de la prévention, il a mauvais renom à *Panama*, où il suffit de savoir que la *Cascarilla* a été embarquée au port de *Cherpe* qui est la route ordinaire de ce *Quinquina* de *Jaën*, pour qu'on ne puisse en trouver le débit : on dit que tout le *Quinquina* de *Jaën* est de l'espèce du blanc, dont on a parlé plus haut.

Usage du
Quinquina dans
les teintures.

La quantité de *Quinquina* qui passe tous les ans en Europe, a persuadé dans tout le Pérou qu'on s'en servoit en Europe pour les teintures; & soit qu'on en ait fait autrefois quelque-essai ou non, le préjugé est ancien, puisque dès le temps qu'il fut décrié par la fraude de ceux de *Loxa*, on dit que les Marchands d'Europe se plainquirent qu'on ne lui avoit trouvé ni la même efficacité contre les fièvres, ni pour les teintures. L'homme chés qui j'ai passé une nuit sur la montagne de *Cajamama*, m'a dit qu'il avoit teint quelques mouchoirs de couleur de musc, en les laissant tremper trois jours dans l'infusion de cette écorce, mais qu'on ne l'employoit pas d'ordinaire dans le pays à cet usage.

Du nom de
Quinquina.

Le nom de *Quinquina* est Américain, mais l'écorce qui porte ce nom en Europe, n'est connue au Pérou ni à *Loxa*

même, que sous le nom de *Cortiza* ou *Cascara* de *Loxa*, ou plus ordinairement *Cascarilla*, écorce de *Loxa* ou petite écorce; le nom de *Poudre des Jésuites*, non plus que celui de *Bois des fièvres*, *Palo de calenturas*, ne sont plus aujourd'hui en usage; mais il y a un autre arbre fort célèbre & connu dans diverses provinces de l'Amérique méridionale, sous le nom de *Quina Quina*, & dans la province de *Maynas* sur les bords du *Maranon*, sous le nom de *Tatché*; de cet arbre distille par incision une résine odorante, les semences appellées par les Espagnols, *Pejitas de Quina Quina*, ont la forme de sèves ou d'amandes plates, & sont renfermées dans une espèce de feuille doublée, elles contiennent aussi entre l'amande & l'enveloppe extérieure, un peu de cette même résine qui distille de l'arbre, leur principal usage est pour faire des fumigations qu'on prétend salutaires & confortatives, mais qui ont été en bien plus grand crédit qu'elles ne sont aujourd'hui; j'ai déjà envoyé en France quelques-unes de ces semences par une autre occasion, & j'en joindrai aussi quelques-unes à ce Mémoire.

Autre arbre
qui porte ce
nom.

Il y a dans le Convent de *S. François* de *Tarixa* dans la province de *Charcas*, une Croix de 15 pieds de haut de ce bois de *Quina Quina*, avec trois clous de la même matière, placés aux bras & aux pieds de la Croix. Elle fut trouvée en 1616 par les premiers Missionnaires, suivant la relation du P. *Mendoza* * Franciscain.

Le P. *Calancha* Augustinien dans sa Chronique **, prétend qu'elle a été plantée de la main même de l'Apôtre *S. Thomas*; cet arbre croît en abondance en diverses provinces du haut Pérou, comme aux environs de *Chuquizaca* ou *la Plata de Tarija de Misque*, de *la Paz*, &c. & a reçu des Missionnaires les noms d'*arbre de la Croix*, des *clous* & des *playes de Notre-Seigneur*. Les Naturels du pays forment de la gomme résine ou baume de cet arbre, des rouleaux ou masses qu'ils vont vendre au *Potosi* & à *Chuquizaca*, où ils servent non-seulement à parfumer, mais à divers autres usages de médecine, tantôt sous la forme d'emplâtre, tantôt

* *Chron. de S. Aug. de Charcas*
S. Franc. l. 6.
cap. 21. pag.
121. col. 2.

** *Chron. Aug.*
Peruv. Tom. 1.
lib. 2. cap. 3.
p. 222. col. 1.

sous celle d'une huile composée qu'on en tire; & enfin sans aucune préparation, en portant ces bols à la main & les maniant sans cesse, pour aider à la transpiration, fortifier les nerfs, & rétablir le mouvement des jointures dans les gouteux, de quoi on rapporte divers exemples. Les Turcs font précisément le même usage du *Labdanum*: il reste à sçavoir maintenant, comment & pourquoi l'écorce de *Loxa* a reçu en Europe & dans tout le reste du monde, hors dans le lieu de son origine, le nom de *Quinquina*.

Contre la
fièvre.

Parmi les différentes vertus qu'on attribué à l'arbre balsamique dont nous venons de parler, & nommé de tout temps *Quina Quina* par les Naturels & depuis par les Espagnols, la plus considérable est celle de son écorce, qui passoit pour un excellent fébrifuge. Avant la découverte de l'arbre de *Loxa* cet autre étoit en grande réputation pour guérir les fièvres tierces, & les *Jésuites de la Paz* ou *Chuquiabo* recueilloient avec grand soin son écorce, qui est extrêmement amère, & étoient dans l'usage de l'envoyer à *Rome* où elle se distribuoit sous son vrai nom de *Quina Quina*, & servoit contre les fièvres intermittentes. L'écorce de *Loxa* ayant passé en Europe & à *Rome* par la même voye, le nouveau fébrifuge a été confondu avec l'ancien, & celui de *Loxa* ayant prévalu, il a retenu le nom du premier, qui est aujourd'hui presque entièrement oublié; le nom de *Cascarilla* ou de petite écorce, donné à celle de *Loxa*, semble aussi avoir été imposé pour la distinguer d'une autre, qui étoit sans doute celle de l'ancien fébrifuge.

Son nom passé
à l'écorce de
Loxa.

Badus a confondu les deux arbres faute d'avoir eu connoissance de l'ancien, ce qui fait qu'il ne peut concilier le témoignage de son Auteur Génois avec d'autres relations. *Præter corticem, dit Badus, sunt qui dicunt inesse eandem virtutem, fungandis febribus semini arboris illius, quod patrio sermone seu Hispano dicunt Pipitas de Quina; estque simile, aiunt, semini Cucurbitæ . . . non convenit cum eis Bollus, qui ait arborem sponte sua nasci, negatque insuper inesse ei fructus ullos . . . Addit idem Bardi, resinam quoque inesse arbori seu cortici, nescio an sit superis virtutis cum cortice & illo semine.* Bad. Analt. Cort. Per. cap. 1.

A *Loxa* & à *Lima* j'ai tiré très-peu de lumière des gens du pays, même des plus anciens, sur ce qui regarde l'histoire de la découverte du *Quinquina*, je dois la plupart des éclaircissements historiques précédents, à un Manuscrit Espagnol presque entièrement oublié & égaré dans l'Apoticaire de la Collège des *Jésuites* de *S. Paul* de *Lima*, qui m'a été indiqué par le R. P. *Bertrand Herbert* *Jésuite* François en cette même Ville; ce Manuscrit dont le titre & l'avertissement seulement sont en Latin, est intitulé, *De Cortice Quinae Quinae & de Loxa, est diversorum arborum uniformis virtutis*. Il paroît par une citation dans le corps de l'ouvrage, que l'Auteur écrivoit en 1696, & la fin est datée de 1699, son Auteur est le Docteur *Dom Diego de Herrera*, mort en 1712 ou 13, âgé de près de 100 ans, du commun aveu de ceux qui l'ont connu; ainsi, cet Ecrivain contemporain qui avoit couru tout le Pérou, comme il l'assûre en divers endroits de l'ouvrage, peut passer pour témoin oculaire de la plupart des faits qu'il rapporte. Ce Manuscrit, selon le témoignage de l'Auteur, faisoit partie d'un plus grand ouvrage, n'étant que le 4.^{me} chapitre plus étendu du 3.^{me} Livre des Plantes & autres matières médicinales du Pérou. L'ouvrage entier divisé en quatre Livres, étoit intitulé, *Circa materias Peruanas, scilicet de thermis, de aquis, de morbis endemicis regionalibus, &c.* Je n'en ai pu découvrir à *Lima* aucun vestige.

Manuscrit
Espagnol sur les
matieres du
Perou.

Quant à l'étymologie du nom *Quina Quina*, ce même Auteur en propose une peu vrai-semblable, donnant à entendre que les semences de l'arbre balsamique ainsi appelé, peuvent avoir reçu ce nom de la ressemblance qu'elles ont avec des playes ouvertes, telles qu'elles sont représentées dans l'Escusson de Portugal au nombre de cinq, sous le nom de *Quinas*. Cette origine paroît non-seulement forcée, mais ne peut s'accorder avec un fait avéré & dont l'Auteur même convient, qui est, que le nom de *Quina* est de l'ancienne Langue du Pérou; cependant aucun de ceux que j'ai consultés à *Lima* & ailleurs, les plus versés dans cette Langue, n'a pu me dire ce que signifioit en cet idiome, le mot *Quina*. J'ai trouvé

Etymologie
du nom de
Quinquina.

dans un ancien Dictionnaire de la Langue *Quichoa*, c'est ainsi qu'on nomme celle des anciens *Iérouans*, du temps des *Ingas*, imprimé à *Lima* en 1614. le mot *Quina ai* aujourd'hui hors d'usage & inconnu des Naturels mêmes du pays, dont la Langue s'est fort altérée par le mélange de l'Espagnol, ce mot est traduit dans le Dictionnaire par le mot Espagnol *Mantelilla India*, espèce de mante ou de cape dont s'enveloppoient les Naturels. Comme la Langue *Quichoa* est fort peu abondante en termes, & que pour suppléer à cette disette elle n'a gueres de mot dont la signification ne s'étende par métaphore à diverses autres, on peut présumer avec assez de vrai-semblance, que *Quina ai*, qui s'entendoit ordinairement d'un manteau, pouvoit aussi signifier écorce quand il étoit question d'un arbre, ou du moins, avoir eu anciennement cette signification; je compte pour rien la petite différence dans la terminaison si ordinaire aux mots qui passent d'une Langue à une autre; si cette étymologie est goûtée, il n'y aura plus de difficulté dans la répétition de *Quina Quina*, cette sorte de reduplication étant fort familière à la Langue en question, & particulièrement dans les noms de Plante; c'est ainsi qu'ils en nomment diverses autres par des noms ainsi redoublés, comme *Vira Vira*, *Pinco Pinco*, *Saya Saya*, *Moco Moco*, donnant à entendre par ce redoublement une plus grande vertu, ou une plus grande efficacité dans la Plante. Supposé donc que *Quina* signifiât écorce en Indien, *Quina Quina* voudroit dire l'écorce par excellence; ou l'écorce des écorces.

Il arrive au *Quinquina* ce qui arrive à presque tous les remèdes communs & de peu de valeur, dans les pays où ils naissent & où on les trouve, pour ainsi dire, sous la main. On en fait au Pérou, généralement parlant, peu de cas & peu d'usage: on le craint & on en use peu à *Lima*, beaucoup moins à *Quito*, & presque point à *Lexa*. J'en ai donné quelques prises que j'avois apportées de France à un Créole Espagnol, qui avoit depuis plusieurs mois la fièvre, à *Puerto-Viejo*, & je ne trouvai alors en cette Ville distante de *Lexa* de soixante & quelques lieues, & voisine de *Guayaquil*, où il se
fait

fait un grand commerce de *Quinquina*, aucun habitant qui eût jamais entendu parler de ce remède voisin & si célèbre dans tout le reste du monde.

La figure de la semence du *Quinquina*, que j'ai jointe à mon Mémoire, est telle que je l'ai dessinée d'après nature, sur le lieu & le jour même que je rapportai à *Loxa* plusieurs branches de l'arbre cueillies sur la montagne voisine où il croît, avec ses feuilles, ses fleurs & son fruit. J'ai remarqué dans le Mémoire, qu'il étoit très-difficile de saisir ces semences sur l'arbre même dans une parfaite maturité, parce qu'elles se séchoient en meurissant, & s'échappoient de leurs capsules, c'est ce qui m'a obligé de tirer les graines que j'ai dessinées, des coques qui n'étoient pas encore parfaitement meures ; celles que j'emportai à *Lima* ayant été mouillées en chemin & s'étant depuis séchées extrêmement, je les mis dans l'eau pour les faire renfler quand je copiai mon premier dessin pour l'envoyer à l'Académie, & je n'y remarquai aucune différence, comme on peut s'en convaincre, en comparant celles que j'envoyai en France avec le dessin.

Depuis mon retour à *Quito*, j'ai eu occasion de faire venir de nouvelles graines de *Loxa*, dans la vûë d'essayer si elles leveroient à *Quito*, sur quoi j'ai fait différentes tentatives qui ne m'ont pas réussi.

Je reconnois qu'il ne m'appartient pas d'aller plus loin sur cette matière, & je me contente d'avoir mis, comme je l'espère, par mes premières recherches & par les éclaircissements, M.^{rs} les Botanistes en état d'établir le genre, l'espèce, & les caractères d'un arbre jusques ici aussi peu connu des Naturalistes, que les vertus de son écorce sont célèbres par tout le monde, on peut même dire qu'il manque d'un nom propre, puisque celui de *Quina Quina*, qu'il porte seulement en Europe, est le nom d'un autre arbre transporté à celui-ci par équivoque, comme je l'ai prouvé dans mon Mémoire, & que dans le pays où il croît & dans

Mém. 1738.

H h

Quito 15 Juin 1738.

toute l'Amerique méridionale, il n'est connu que sous celui de l'arbre de la petite écorce, *arbol de la Cascarilla*.

Depuis mon retour à *Quito*, le Controlleur des doïanes de *Payta* m'a envoyé cinq échantillons de *Quinquina*, l'un de *Loxa*, & les autres, de divers autres endroits; entr'autres, de deux où le *Quinquina* a été tout récemment découvert, j'en ai remis une moitié à *M. de Jussieu*, qui en a fait plusieurs expériences avec succès à *Quito*, en n'oubliant pas la précaution ici nécessaire de cacher le nom d'un remède presque entièrement décrédité dans sa patrie, & craint de la plupart des malades; j'ai envoyé l'autre moitié à l'Académie, avec les noms des territoires où croissent les diverses espèces.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE I.

A. Dessain d'une branche de l'arbre du *Quinquina*, avec ses feuilles, ses fleurs & ses fruits, en leurs divers états.

BBB. Fleurs du *Quinquina* sous divers aspects.

B. Fleur singulière à six découpûres.

b. Fleur que l'on a déchirée pour faire voir le pistile & les étamines.

CCC. Boutons qui ne sont pas encore éclos.

DDD. Fruits du *Quinquina* en différents états avant leur parfaite maturité.

DDD. Les mêmes ouverts & dont les graines sont tombées.

E. Feuille vûë par dedans. *E.* Feuille vûë par dehors.

PLANCHE II.

F. Feuille calquée sur le naturel, pour mieux distinguer le contour & les nervûres.

G. Fruit détaché, prêt à s'ouvrir.

- H.* Demi-coque dont on a tiré le placenta & les graines; on y voit les débris de sa cloison.
- I.* Placenta couvert de ses graines, vû par sa partie convexe, qui est appliquée à la partie concave de la demi-coque *H.*
- J.* Le même, vû par sa partie plate ou intérieure, appliquée à la cloison qui partage le fruit.
- ij.* Le même placenta desséché, vû par-dessus & par-dessous.
- I.* Une des graines dont le placenta est garni.
- L.* La même, vûë à la Loupe.
- M.* Demi-coque ouverte après que les graines sont tombées naturellement, avec sa pellicule intérieure.
- NN.* Cette même pellicule qui tapisse intérieurement la demi-coque *M.*, vûë par sa partie concave & par sa partie convexe.
- OO.* Le placenta desséché & renflé dans l'eau, vû par-dessus & par-dessous.
- P.* Etamine vûë à la Loupe, *a* par la face antérieure, *b* par la face postérieure à laquelle s'insere le filet.
- Q.* Fleur épanouie, représentée de grandeur naturelle.
- R.* Le pétale ouvert selon sa longueur, pour montrer la naissance des étamines, leur nombre & leur situation.
- S.* Pistille détaché & séparé du pétale; *a* l'ovaire; *b* le calice qui couronne l'ovaire; *c* le style; *d* le bout du style partagé en deux lobes.

Il est bon d'avertir que dans la description des fleurs du Quinquina, leur calice n'ayant pas été suffisamment décrit, & le bout de leur style étant désigné comme simplement obtus, ces deux petites fautes n'ont pu mieux être reformées que par des figures exactes de la fleur & des parties qui la composent, où l'on s'appercvra que le calice forme sur la tête de l'ovaire un tuyau court, dont l'extrémité supérieure est à cinq pointes, & que le bout du style, au lieu d'être simple, se divise en deux lobes.



SUR LES EQUATIONS DU TROISIEME DEGRE.

Par M. NICOLE.

20 Août
1738.

LE Mémoire que je lus il y a peu de temps sur cette matière, & qui est imprimé dans ce Volume, page 97, contenoit la manière de réduire à des quantités réelles, l'expression algébrique d'une des trois Racines dont une Equation du 3.^{me} degré est composée, & cela, dans le cas où les trois Racines de cette Equation sont toutes trois réelles, inégales, & incommensurables, qui est ce que l'on a toujours appelé le *Cas irréductible*.

Mais quoique j'eusse fait cette réduction en quantités réelles, je n'étois parvenu qu'à une expression algébrique, qui contenoit une suite composée d'une infinité de termes.

Depuis ce temps, en examinant de nouveau cette matière, je me suis aperçû d'une propriété singulière des Equations du 3.^{me} degré dans tous les cas, c'est que de toute Equation du 3.^{me} degré, il en résulte toujours trois autres aussi du 3.^{me} degré, qui ont chacune une des Racines de la première Equation. Ces trois Equations, ainsi que la première, n'ont point de second terme; les coefficients du 3.^{me} terme de ces trois Equations, sont pour chacune, un des carrés des trois différences des trois Racines de la première Equation; & le coefficient du 4.^{me} terme de chacune de ces trois Equations, est le quadruple du coefficient du 4.^{me} terme de la première.

Ces quatre Equations servent de formules générales qui fournissent chacune une infinité d'Equations particulières, lesquelles se décomposent en trois Racines, qui, dans une infinité de cas, sont réelles, inégales, & incommensurables.

Cette manière de considérer les différences des Racines d'une Equation, & de les faire entrer dans les coefficients de cette Equation, fournit un moyen extrêmement simple de réduire la formule algébrique de Cardan, qui a passé jusqu'à présent pour être irréductible.

A la vérité, cette manière de réduire la formule de Cardan, n'est pas celle que les Géomètres demandent; car cette formule ne contenant que les grandeurs p & q , qui expriment les coefficients de l'Equation composée, on demande non-seulement que l'expression réduite de cette formule ne contienne plus de quantités imaginaires, mais qu'il n'entre encore dans cette expression que les mêmes grandeurs p & q . Une telle réduction, dont l'expression ne renfermeroit point une suite infinie, seroit la solution complète & générale de la question du *Cas irréductible*.

Mais quoique la réduction de la formule de Cardan, que l'on trouve dans ce Mémoire, n'ait pas toutes ces conditions, elle fait voir quelle est la nature de toutes les parties qui doivent composer la Racine qu'on cherche, & fournit de nouvelles formules d'Equations du 3.^{me} degré, & des trois Racines de ces Equations.

PROPOSITION I.

I. Soit l'Equation $x^3 - px + q = 0$, dans laquelle les trois Racines sont réelles, inégales, commensurables ou incommensurables, dont deux sont positives, & la troisième négative, égale aux deux positives.

La Racine négative est exprimée par cette Equation

$$x + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3\right)}\right]} = 0, \text{ ou } x = -\sqrt[3]{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)} \times$$

$$\left[\sqrt[3]{\left(\frac{q}{2\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}} + \sqrt{-1}\right)} + \sqrt[3]{\left(\frac{q}{2\sqrt{\left(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq\right)}} - \sqrt{-1}\right)}\right].$$

Par le Mémoire que je lus il y a quelques jours, & qui est imprimé dans ce Volume, on a vu, *page 102*, que

cette expression étoit égale à ... $x + 2 \sqrt[3]{\frac{1}{2}q} + 2 \sqrt[3]{\frac{1}{2}q}$

$$\times \left\{ \begin{aligned} & \frac{1.2}{1.2 \times (3)^2} \times \left(\frac{\sqrt[3]{\frac{1}{2}p^3 - \frac{1}{2}qq}}{\frac{1}{2}q} \right)^2 - \frac{1.2.5.7}{1.2.3.4 \times (3)^4} \times \left(\frac{\sqrt[3]{\frac{1}{2}p^3 - \frac{1}{2}qq}}{\frac{1}{2}q} \right)^4 \\ & + \frac{1.2.5.8.11.14}{1.2.3.4.5.6 \times (3)^6} \times \left(\frac{\sqrt[3]{\frac{1}{2}p^3 - \frac{1}{2}qq}}{\frac{1}{2}q} \right)^6 - \frac{1.2.5 \dots 20}{1.2.3 \dots 8 \times (3)^8} \\ & \times \left(\frac{\sqrt[3]{\frac{1}{2}p^3 - \frac{1}{2}qq}}{\frac{1}{2}q} \right)^8 + \frac{1.2.5.8 \dots 26}{1.2.3 \dots 10 \times (3)^{10}} \times \left(\frac{\sqrt[3]{\frac{1}{2}p^3 - \frac{1}{2}qq}}{\frac{1}{2}q} \right)^{10} - \&c. \end{aligned} \right\} = 0.$$

Si l'on suppose que les trois Racines qui forment l'Equation $x^3 - px + q = 0$, font $x - a = 0$, $x - a - d = 0$ & $x + 2a + d = 0$, en sorte que l'excès de la plus grande des deux Racines positives sur la plus petite soit d , la nouvelle Equation qui viendra par la multiplication de ces trois Racines sera $x^3 - x \times (3aa + 3ad + dd) + 2a^3 + 3aad + add = 0$. Il faut donc que $p = 3aa + 3ad + dd$ & $q = 2a^3 + 3aad + add$.

Si donc on met dans l'Equation A pour q la valeur, après avoir supposé toute la suite qui entre dans l'Equation A égale à la quantité B , on aura $2 \sqrt[3]{\left(\frac{2a^3 + 3aad + add}{2} \right)} + B \times 2 \sqrt[3]{\left(\frac{2a^3 + 3aad + add}{2} \right)}^C = -x$, ou $2 \sqrt[3]{\left(\frac{2a^3 + 3aad + add}{2} \right)} \times (B + 1) = 2a + d$, parce que cette Equation ne convient qu'à la Racine négative $-2a - d$.

Si l'on fait évanouir le signe radical, on aura $(8a^3 + 12aad + 4add) \times (B^3 + 3BB + 3B + 1) = 8a^3 + 12aad + 6add + d^3$, d'où l'on tire $(8a^3 + 12aad + 4add) \times (B^3 + 3BB + 3B) = 2add + d^3$, $B + 1 = \sqrt[3]{\left(\frac{2add + d^3}{4a} \right)} + 1$ & $B = \sqrt[3]{\left(\frac{dd \times 2a + d + 4q}{4q} \right)} - 1$.

Si maintenant on reprend l'Equation C , qui est $2 \sqrt[3]{\left(\frac{2a^3 + 3aad + add}{2} \right)} \times (B + 1) = -x$, ou $2 \sqrt[3]{\frac{1}{2}q} \times (B + 1) = -x$, & que l'on substitue pour B la valeur

$\sqrt[3]{\left(\frac{ddx + d + 4q}{4q}\right)} - 1 = \sqrt[3]{\left(\frac{-ddx + 4q}{4q}\right)} - 1$ (à cause que $2a + d = -x$) on aura $2\sqrt[3]{\frac{1}{2}q} \times \sqrt[3]{\left(\frac{-ddx + 4q}{4q}\right)} = -x$, qui donne $x^3 - ddx + 4q = 0$.

COROLLAIRE.

II. Il est donc évident que les deux Équations $x^3 - px + q = 0$ & $x^3 - ddx + 4q = 0$, contiennent la même racine négative; & que pour que cela arrive, il faut que le dernier terme de la seconde Équation, soit quadruple du dernier terme de la première, & que le coefficient du terme moyen de la seconde Équation, soit le quarré de la différence des deux racines positives de la première.

PROPOSITION II.

III. Si l'on suppose, comme dans la proposition précédente, que les trois racines de l'Équation $x^3 - px + q = 0$ sont $x - a = 0$, $x - a - d = 0$, $x + 2a + d = 0$, on a vû que $p = 3aa + 3ad + dd$, & $q = 2a^3 + 3aad + add$.

De la première de ces deux dernières Équations, on tire $a = -\frac{1}{2}d + \frac{1}{2}\sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3}\right)}$, & si l'on substitue pour a cette valeur dans la seconde, il viendra $q = \left(\frac{p - dd}{3}\right) \times \sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3}\right)}$.

L'Équation $x^3 - px + q = 0$, se changera donc en $x^3 - px + \left(\frac{p - dd}{3}\right) \times \sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3}\right)} = 0$, dont les trois racines sont $x - \frac{1}{2}\sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3}\right)} - \frac{1}{2}d = 0$, $x - \frac{1}{2}\sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3}\right)} + \frac{1}{2}d = 0$, $x + \sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3}\right)} = 0$, & l'Équation $x^3 - ddx + 4q = 0$, se changera en x^3

$$- d d x + \left(\frac{4p - 4dd}{3} \right) \times \sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3} \right)} = 0.$$

Or comme cette dernière doit avoir la même Racine négative que la première, il faut donc que cette dernière Equation soit divisible par $x + \sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3} \right)} = 0$.

$$\text{Si l'on fait la division, il viendra au quotient } x x - x \sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3} \right)} + \left(\frac{4p - 4dd}{3} \right) = 0, \text{ qui donne } x = \frac{1}{2} \sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3} \right)} \pm \frac{1}{2} \sqrt[3]{(5 dd - 4p)}.$$

$$\text{Les trois Racines de } x^3 - d d x + \left(\frac{4p - 4dd}{3} \right) \times \sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3} \right)} = 0, \text{ sont donc } x - \frac{1}{2} \sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3} \right)} - \frac{1}{2} \sqrt[3]{(5 dd - 4p)} = 0, x - \frac{1}{2} \sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3} \right)} + \frac{1}{2} \sqrt[3]{(5 dd - 4p)} = 0, \& x + \sqrt[3]{\left(\frac{4p - dd}{3} \right)} = 0.$$

COROLLAIRE I.

IV. Il suit de-là que si dans les Equations $x^3 - p x + \left(\frac{p - dd}{3\sqrt[3]{3}} \right) \times \sqrt[3]{(4p - dd)} = 0$, & $x^3 - d d x + \left(\frac{4p - 4dd}{3\sqrt[3]{3}} \right) \times \sqrt[3]{(4p - dd)} = 0$, on substitue pour p & d , telle valeur qu'on voudra, il résultera de chacune de ces Equations générales, une infinité d'Equations particulières, dont on aura toujours les trois Racines.

$$\text{Si } p = 10, \& d = 2, \text{ l'Equation } x^3 - p x + \frac{p - dd \sqrt[3]{(4p - dd)}}{3\sqrt[3]{3}} = 0, \text{ sera } x^3 - 10x + 4\sqrt[3]{3} = 0, \text{ dont les Racines sont } x - \sqrt[3]{3} - 1 = 0, x - \sqrt[3]{3} + 1 = 0; x + 2\sqrt[3]{3} = 0, \& \text{ l'Equation } x^3 - d d x + \left(\frac{4p - 4dd \sqrt[3]{(4p - dd)}}{3\sqrt[3]{3}} \right) = 0, \text{ sera } x^3 - 4x + 16\sqrt[3]{3} = 0, \text{ dont les Racines sont}$$

$x =$

$$x - \sqrt[3]{3} - \sqrt[3]{-5} = 0, \quad x - \sqrt[3]{3} + \sqrt[3]{-5} = 0, \\ x + 2\sqrt[3]{3} = 0.$$

Si $p = 6$, & $d = \sqrt[3]{5}$, la première Equation sera $x^3 - 6x + \frac{\sqrt[3]{19}}{3\sqrt[3]{3}} = 0$, dont les Racines sont $x - \frac{1}{2}\sqrt[3]{\frac{19}{3}} - \frac{1}{2}\sqrt[3]{5} = 0$, $x - \frac{1}{2}\sqrt[3]{\frac{19}{3}} + \frac{1}{2}\sqrt[3]{5} = 0$, $x + \sqrt[3]{\frac{19}{3}} = 0$, & la seconde sera $x^3 - 5x + \frac{4}{3}\sqrt[3]{\frac{19}{3}} = 0$, dont les Racines sont $x - \frac{1}{2}\sqrt[3]{\frac{19}{3}} - \frac{1}{2} = 0$, $x - \frac{1}{2}\sqrt[3]{\frac{19}{3}} + \frac{1}{2} = 0$, $x + \sqrt[3]{\frac{19}{3}} = 0$.

Si $p = 18$, & $d = 4$, la première Equation sera $x^3 - 18x + \frac{4\sqrt[3]{14}}{3\sqrt[3]{3}} = 0$, dont les Racines sont $x - \sqrt[3]{\frac{14}{3}} - 2 = 0$, $x - \sqrt[3]{\frac{14}{3}} + 2 = 0$, $x + 2\sqrt[3]{\frac{14}{3}} = 0$, & la seconde sera $x^3 - 16x + \frac{16\sqrt[3]{14}}{3\sqrt[3]{3}} = 0$, dont les Racines sont $x - \sqrt[3]{\frac{14}{3}} - \sqrt[3]{2} = 0$, $x - \sqrt[3]{\frac{14}{3}} + \sqrt[3]{2} = 0$, $x + 2\sqrt[3]{\frac{14}{3}} = 0$. Il en sera de même quelque valeur qu'on donne à p & à d , les trois Racines de la première Equation seront toujours réelles.

Les trois Racines de la seconde Equation ne seront réelles que tant que $5dd$ sera plus grand que $4p$, & lorsque $5dd$ sera plus petit que $4p$, deux de ses Racines seront imaginaires.

COROLLAIRE II.

V. Il suit encore de cette proposition, à cause que $q = (\frac{p-dd}{3}) \times \sqrt[3]{(\frac{4p-dd}{3})}$, que si l'on fait évanouir le signe radical, on trouvera l'Equation $d^3 - 3pd \pm \sqrt[3]{(4p^3 - 27qq)} = 0$, qui exprime dans toute Equation du 3.^{me} degré le rapport de la différence d , aux coefficients p & q ; d'où l'on voit que de toute Equation du 3.^{me} degré, laquelle contient toujours trois Racines, il en résulte toujours une autre Equation, aussi du 3.^{me} degré, qui contient les trois différences des trois Racines de la première.

Mém. 1738.

I i

Si $p = 10$, & $q = +\sqrt{3}$, qui est venu de $d = 2$ en substituant dans $d^3 - 3pd + \sqrt{4p^3 - 27qq} = 0$, pour p & q ces valeurs, on aura $d^3 - 30d + 52 = 0$, cette Equation doit être divisible par $d - 2 = 0$; en faisant la division on trouve $dd + 2d - 26 = 0$, qui donne $d = -1 - 3\sqrt{3}$, & $d = -1 + 3\sqrt{3}$, qui avec $d = 2$ sont les trois Racines de l'Equation des différences, lesquelles expriment les trois différences des trois Racines, $x = \sqrt{3} + 1$, $x = \sqrt{3} - 1$, $x = -2\sqrt{3}$, de l'Equation primitive $x^3 - 10x + 4\sqrt{3} = 0$.

REMARQUE.

VI. Puisque les trois Racines d'une Equation du 3.^{me} degré fournissent toujours trois différences, qui sont la différence de la première Racine à la seconde, celle de la première à la troisième, & celle de la seconde à la troisième, & que ces différences sont de même nature, il faut que la propriété de l'une de ces différences, que l'on a trouvée dans la première Proposition, convienne aussi aux deux autres différences.

Cette propriété est que les Equations $x^3 - px - \frac{(p-dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$, & $x^3 - ddx + \frac{(4p-dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$,

ont une Racine commune qui est $x + \sqrt{\frac{4p-dd}{3}} = 0$.

Or comme les trois Racines de cette première Equation sont

$x - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{4p-dd}{3}} - \frac{1}{2}d = 0$, $x - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{4p-dd}{3}} + \frac{1}{2}d = 0$,

$x + \sqrt{\frac{4p-dd}{3}} = 0$, dont la différence de la première

à la seconde est d .

Celle de la seconde à la troisième . . . $\frac{3}{2}\sqrt{\frac{4p-dd}{3}} - \frac{1}{2}d$.

Celle de la première à la troisième . . $\frac{3}{2}\sqrt{\frac{4p-dd}{3}} - \frac{1}{2}d$.

En la prenant négativement, à cause que l'Equation des

différences n'ayant pas de second terme, la dernière Racine négative doit être égale aux deux positives.

Les carrés de ces trois différences sont dd .

$$3p - \frac{1}{2}dd - \frac{3}{2}d\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)} \& 3p - \frac{1}{2}dd + \frac{3}{2}d\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}.$$

Il faut donc que les deux Equations $x^3 - px + \frac{(p-dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$, & $x^3 - x \times [3p - \frac{1}{2}dd - \frac{3}{2}d\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}] + \frac{(4p-4dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$,
 aient aussi pour Racine commune $x - \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)} - \frac{1}{2}d = 0$,
 & que les deux Equations $x^3 - px + \frac{(p-dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$,
 & $x^3 - x \times [3p - \frac{1}{2}dd + \frac{3}{2}d\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}] + \frac{(4p-4dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$,
 aient pour Racine commune $x - \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)} + \frac{1}{2}d = 0$.

Si donc on divise $x^3 - x \times [3p - \frac{1}{2}dd - \frac{3}{2}d\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}] + \frac{(4p-4dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$ par $x - \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)} - \frac{1}{2}d = 0$,
 on trouvera pour quotient $xx + x \times [\frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)} + \frac{1}{2}d] - \frac{8}{3}p + \frac{2}{3}dd + 2d\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)} = 0$, d'où l'on tire
 $x = -\frac{1}{4} \times [\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)} + d] \pm \frac{1}{2}\sqrt{[11p - \frac{5}{2}dd - \frac{15}{2}d\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}]}$.

Si l'on divise aussi $x^3 - x \times [3p - \frac{1}{2}dd + \frac{3}{2}d\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}] + \frac{(4p-4dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$ par $x - \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)} + \frac{1}{2}d$,
 on trouvera pour quotient $xx + x \times [\frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)} - \frac{1}{2}d]$
 l i ij

— $\frac{5}{3}p + \frac{2}{3}dd - 2d\sqrt{\frac{4p-dd}{3}} = 0$, d'où l'on tire

$$x = -\frac{1}{4} \times \left[\sqrt{\frac{4p-dd}{3}} - d \right] \pm \frac{1}{2} \sqrt{11p - \frac{5}{2}dd} \\ + \frac{1}{2} d \sqrt{\frac{4p-dd}{3}}.$$

Les trois Racines de la première de ces deux dernières Equations du 3.^{me} degré sont donc

$$x + \frac{1}{4} \times \left[\sqrt{\frac{4p-dd}{3}} + d \right] + \frac{1}{2} \sqrt{11p - \frac{5}{2}dd - \frac{15}{2}d\sqrt{\frac{4p-dd}{3}}} = 0.$$

$$x + \frac{1}{4} \times \left[\sqrt{\frac{4p-dd}{3}} + d \right] - \frac{1}{2} \sqrt{11p - \frac{5}{2}dd - \frac{15}{2}d\sqrt{\frac{4p-dd}{3}}} = 0.$$

$$x - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{4p-dd}{3}} - \frac{1}{2} d = 0.$$

Et les trois Racines de la seconde sont

$$x + \frac{1}{4} \times \left[\sqrt{\frac{4p-dd}{3}} - d \right] + \frac{1}{2} \sqrt{11p - \frac{5}{2}dd + \frac{15}{2}d\sqrt{\frac{4p-dd}{3}}} = 0.$$

$$x + \frac{1}{4} \times \left[\sqrt{\frac{4p-dd}{3}} - d \right] - \frac{1}{2} \sqrt{11p - \frac{5}{2}dd + \frac{15}{2}d\sqrt{\frac{4p-dd}{3}}} = 0.$$

$$x - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{4p-dd}{3}} + \frac{1}{2} d = 0.$$

COROLLAIRE III.

VII. Ces deux dernières Equations seront donc deux nouvelles formules, dans lesquelles si l'on donne à p & à d telle valeur qu'on voudra, il résultera de chacune une infinité d'Equations particulières qui seront toutes réductibles.

Si $p = 18$ & $d = 2\sqrt{3}$, les deux premières Equations seront $x^3 - 18x + 4\sqrt{5} = 0$. $x^3 - 12x + 16\sqrt{5} = 0$; les deux dernières sont $x^3 - x \times (48 - 6\sqrt{15}) + 16\sqrt{5} = 0$. $x^3 - x \times (48 + 6\sqrt{15}) + 16\sqrt{5} = 0$.

Les Racines de la première sont $x - \sqrt{5} - \sqrt{3} = 0$. $x - \sqrt{5} + \sqrt{3} = 0$. $x + 2\sqrt{5} = 0$.

De la seconde, $x - \sqrt{5} - \sqrt{-3} = 0$. $x - \sqrt{5} + \sqrt{-3} = 0$. $x + 2\sqrt{5} = 0$.

De la troisième, $x + \frac{1}{2} \times (\sqrt{5} + \sqrt{3}) + \sqrt{(42 - \frac{15}{2} \sqrt{15})} = 0$.
 $x + \frac{1}{2} \times (\sqrt{5} + \sqrt{3}) - \sqrt{(42 - \frac{15}{2} \sqrt{15})} = 0$,
 & $x - \sqrt{5} - \sqrt{3} = 0$.

De la quatrième $x + \frac{1}{2} \times (\sqrt{5} - \sqrt{3}) + \sqrt{(42 + \frac{15}{2} \sqrt{15})} = 0$.
 $x + \frac{1}{2} \times (\sqrt{5} - \sqrt{3}) - \sqrt{(42 + \frac{15}{2} \sqrt{15})} = 0$,
 & $x - \sqrt{5} + \sqrt{3} = 0$.

Si $p = 12$ & $d = \sqrt{21}$, ces quatre Equations deviendront $x^3 - 12x - 9 = 0$. $x^3 - 21x - 36 = 0$.
 $x^3 - x \times (\frac{5}{2} + \frac{9}{2} \sqrt{21}) - 36 = 0$. $x^3 - x \times (\frac{5}{2} - \frac{9}{2} \sqrt{21}) - 36 = 0$, dont les Racines sont

$$x - \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{21} = 0. \quad x - \frac{3}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{21} = 0. \quad x + 3 = 0.$$

$$x - \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{57} = 0. \quad x - \frac{3}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{57} = 0. \quad x + 3 = 0.$$

$$x + \frac{1}{4} \times (3 + \sqrt{21}) + \frac{1}{2} \sqrt{(\frac{15}{2} - \frac{45}{2} \sqrt{21})} = 0.$$

$$x + \frac{1}{4} \times (3 + \sqrt{21}) - \frac{1}{2} \sqrt{(\frac{15}{2} - \frac{45}{2} \sqrt{21})} = 0.$$

$$x - \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{21} = 0.$$

$$x + \frac{1}{4} \times (3 - \sqrt{21}) + \frac{1}{2} \sqrt{(\frac{15}{2} + \frac{45}{2} \sqrt{21})} = 0.$$

$$x + \frac{1}{4} \times (3 - \sqrt{21}) - \frac{1}{2} \sqrt{(\frac{15}{2} + \frac{45}{2} \sqrt{21})} = 0.$$

$$x - \frac{3}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{21} = 0.$$

PROPOSITION III.

VIII. Soit repris l'Equation $x^3 - px + q = 0$.

On sçait que la plus grande des trois Racines renfermée dans cette Equation, est exprimée par

$$x + \sqrt[3]{[\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]} + \sqrt[3]{[\frac{1}{2}q - \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]} = 0,$$

$$\text{ou } x + \sqrt[3]{[\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}] \times \sqrt{-1}}$$

$$+ \sqrt[3]{[\frac{1}{2}q - \sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}] \times \sqrt{-1}} = 0,$$

lorsque $\frac{1}{27}p^3$ est plus grand que $\frac{1}{4}qq$. C'est cette expression qui a été irréductible jusqu'à présent.

Pour la réduire, il ne faut que substituer dans cette expression pour q la valeur $\frac{(p-dd)\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}}$, & l'Equation qui

$$x + \sqrt[3]{\left[\frac{(p-dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{6 \sqrt{3}} + \frac{1}{6} \sqrt{(4p^3 - 27 \times \frac{(p-dd)^3 \times (4p-dd)}{27})} \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]} + \sqrt[3]{\left[\frac{(p-dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{6 \sqrt{3}} - \frac{1}{6} \sqrt{(4p^3 - 27 \times \frac{(p-dd)^3 \times (4p-dd)}{27})} \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]}} = 0.$$

Le premier signe radical devient

$$\begin{aligned} & \sqrt[3]{\left[\frac{(p-dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{6 \sqrt{3}} + \frac{1}{6} \sqrt{(4p^3 - 4p^3 + 9ppdd - 6pd^4 + d^6)} \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]} \\ & \text{qui se réduit à } \sqrt[3]{\left[\frac{(p-dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{6 \sqrt{3}} + \left(\frac{3pd-d^3}{6}\right) \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]} \\ & = \sqrt[3]{\left[\frac{(4p-4dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{24 \sqrt{3}} + \left(\frac{3pd-d^3}{6}\right) \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]} = \\ & \sqrt[3]{\left[\frac{(4p-dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{24 \sqrt{3}} - \frac{3dd \sqrt{(4p-dd)}}{24 \sqrt{3}} + \left(\frac{3pd-d^3}{6}\right) \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]} \\ & = \sqrt[3]{\left[\frac{(4p-dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{8 \times 3 \sqrt{3}} + \left(\frac{4p-dd}{8 \times 3}\right) \times 3 d \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]} \\ & = 3 \sqrt[3]{\left(\frac{4p-dd}{3}\right) \times \frac{dd}{8 \times 3} - \frac{d^3}{24} \sqrt{-\frac{1}{3}}} \\ & = \frac{1}{2} \sqrt[3]{\left[\frac{4p-dd \times \sqrt{(4p-dd)}}{3 \sqrt{3}} + \frac{4p-dd}{3} \times 3 d \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]} \\ & + 3 \sqrt[3]{\left(\frac{4p-dd}{3}\right) \times -\frac{1}{3} dd - \frac{1}{3} d^3 \sqrt{-\frac{1}{3}}}. \end{aligned}$$

Or tout ce qui est sous ce signe radical est un cube parfait.

Cette expression devient donc $\frac{1}{2} \times \left[\sqrt[3]{\frac{4p-dd}{3}} + d \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]$.

Ainsi l'Equation $x + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q + \sqrt[3]{\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq} \times \sqrt{-1}\right]} + \sqrt[3]{\left[\frac{1}{2}q - \sqrt[3]{\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq} \times \sqrt{-1}\right]} \stackrel{A}{=} 0$, devient
 $x + \frac{1}{2} \times \left[\sqrt[3]{\frac{4p-dd}{3}} + d \sqrt{-\frac{1}{3}}\right] + \frac{1}{2} \times \left[\sqrt[3]{\frac{4p-dd}{3}} - d \sqrt{-\frac{1}{3}}\right] \stackrel{B}{=} 0$, ou $x + \sqrt[3]{\frac{4p-dd}{3}} = 0$, qui ne renferme plus de quantités imaginaires.

Si donc on met dans l'Equation générale, $x^3 - px + q = 0$,

ou $x^3 - px + \frac{(p-dd)\sqrt[3]{(4p-dd)}}{3\sqrt[3]{3}} = 0$, pour p & d telles valeurs qu'on voudra, l'Equation irréductible A se réduira toujours à l'Equation B , dont les imaginaires se détruisent.

Si $p=6$, & $d=2$, l'Equation est $x^3 - 6x + \frac{4\sqrt[3]{3}}{3\sqrt[3]{3}} = 0$, la Racine est donc dans ce cas, $x + \sqrt[3]{(\frac{2}{3}\sqrt[3]{\frac{5}{3}} + \frac{1}{3}\sqrt[3]{-\frac{1}{3}})} + \sqrt[3]{(\frac{2}{3}\sqrt[3]{\frac{5}{3}} - \frac{1}{3}\sqrt[3]{-\frac{1}{3}})} = 0 = x + \frac{1}{2} \times (2\sqrt[3]{\frac{5}{3}} + 2\sqrt[3]{-\frac{1}{3}}) + \frac{1}{2} \times (2\sqrt[3]{\frac{5}{3}} - 2\sqrt[3]{-\frac{1}{3}}) = x + 2\sqrt[3]{\frac{5}{3}}$, ou $x + (\sqrt[3]{\frac{5}{3}} + \sqrt[3]{-\frac{1}{3}}) + (\sqrt[3]{\frac{5}{3}} - \sqrt[3]{-\frac{1}{3}})$.

Le cube de la première est $\frac{5}{3}\sqrt[3]{\frac{5}{3}} + \frac{1}{3}\sqrt[3]{-\frac{1}{3}} \times \sqrt[3]{-\frac{1}{3}} - \frac{2}{3} = \frac{2}{3}\sqrt[3]{\frac{5}{3}} + \frac{1}{3}\sqrt[3]{-\frac{1}{3}}$.

Le cube de la seconde est $\frac{5}{3}\sqrt[3]{\frac{5}{3}} - \frac{1}{3}\sqrt[3]{-\frac{1}{3}} \times \sqrt[3]{-\frac{1}{3}} - \frac{2}{3} = \frac{2}{3}\sqrt[3]{\frac{5}{3}} - \frac{1}{3}\sqrt[3]{-\frac{1}{3}}$.

Si $p=12$, $d=3$, l'Equation est $x^3 - 12x + \sqrt[3]{13} = 0$, la Racine est donc dans ce cas, $x + \sqrt[3]{(\frac{1}{2}\sqrt[3]{13} + \frac{9}{2}\sqrt[3]{-3})} + \sqrt[3]{(\frac{1}{2}\sqrt[3]{13} - \frac{9}{2}\sqrt[3]{-3})} = 0 = x + \frac{1}{2} \times (\sqrt[3]{13} + 3\sqrt[3]{-\frac{1}{3}}) + \frac{1}{2} \times (\sqrt[3]{13} - 3\sqrt[3]{-\frac{1}{3}})$, ou $x + \frac{1}{2} \times (\sqrt[3]{13} + \sqrt[3]{-3}) + \frac{1}{2} \times (\sqrt[3]{13} - \sqrt[3]{-3})$. Les cubes font

$\frac{13\sqrt[3]{13}}{8} + \frac{39\sqrt[3]{-3}}{8} - \frac{9\sqrt[3]{13}}{8} - \frac{3\sqrt[3]{-3}}{8} = \frac{1}{2}\sqrt[3]{13} + \frac{9}{2}\sqrt[3]{-3}$,
& $\frac{13\sqrt[3]{13}}{8} - \frac{39\sqrt[3]{-3}}{8} - \frac{9\sqrt[3]{13}}{8} + \frac{3\sqrt[3]{-3}}{8} = \frac{1}{2}\sqrt[3]{13} - \frac{9}{2}\sqrt[3]{-3}$;
cette Racine se réduit donc à $x + \sqrt[3]{13} = 0$.

Si $p=13$, & $d=5$, l'Equation sera $x^3 - 13x - \frac{12\sqrt[3]{27}}{3\sqrt[3]{3}} = 0$, ou $x^3 - 13x - 12 = 0$, la Racine est dans ce cas, $x - \sqrt[3]{[-6 + \sqrt[3]{(-\frac{1225}{27})}]} - \sqrt[3]{[-6 - \sqrt[3]{(-\frac{1225}{27})}]} = x - \frac{1}{2} \times (3 + 5\sqrt[3]{-\frac{1}{3}}) - \frac{1}{2} \times (3 - 5\sqrt[3]{-\frac{1}{3}})$, dont les cubes font

$-\frac{1}{8} \times (27 + 135\sqrt[3]{-\frac{1}{3}} - \frac{225}{3} - \frac{125}{3}\sqrt[3]{-\frac{1}{3}}) =$
 $- \times (-6 + \frac{35}{3}\sqrt[3]{-\frac{1}{3}})$,

$$\& -\frac{1}{8} \times (27 - 135 \sqrt{-\frac{1}{3}} - \frac{225}{3} + \frac{125}{3} \sqrt{-\frac{1}{3}}) = \\ = \times (-6 - \frac{25}{3} \sqrt{-\frac{1}{3}}).$$

Si $p=7$, & $d=2$, l'Equation sera $x^3 - 7x + \sqrt{8} = 0$, l'expression de la Racine est $x + \sqrt[3]{(\frac{1}{2} \sqrt{8} + \frac{17}{3} \sqrt{-\frac{1}{3}})} + \sqrt[3]{(\frac{1}{2} \sqrt{8} - \frac{17}{3} \sqrt{-\frac{1}{3}})} = 0 = x + (\frac{1}{2} \sqrt{8} + \sqrt{-\frac{1}{3}}) + (\frac{1}{2} \sqrt{8} - \sqrt{-\frac{1}{3}})$, ou $x = -\sqrt{8}$.

$$\text{Le cube de } \frac{1}{2} \sqrt{8} + \sqrt{-\frac{1}{3}} = \sqrt{8} + 6 \sqrt{-\frac{1}{3}} - \frac{1}{2} \sqrt{8} - \frac{1}{3} \sqrt{-\frac{1}{3}} = \frac{1}{2} \sqrt{8} + \frac{17}{3} \sqrt{-\frac{1}{3}}.$$

$$\text{Le cube de } \frac{1}{2} \sqrt{8} - \sqrt{-\frac{1}{3}} = \sqrt{8} - 6 \sqrt{-\frac{1}{3}} - \frac{1}{2} \sqrt{8} + \frac{1}{3} \sqrt{-\frac{1}{3}} = \frac{1}{2} \sqrt{8} - \frac{17}{3} \sqrt{-\frac{1}{3}}.$$

Si $p=4$, & $d=2 \sqrt{-2}$, l'Equation sera $x^3 - 4x - 4 \sqrt{8} = 0$, dont deux Racines sont imaginaires.

L'expression de la Racine réelle est

$$x - \sqrt[3]{(-2 \sqrt{8} + \frac{20}{3} \sqrt{\frac{2}{3}})} - \sqrt[3]{(-2 \sqrt{8} - \frac{20}{3} \sqrt{\frac{2}{3}})} = 0 \\ = x - \frac{1}{2} \sqrt{8} + \sqrt{\frac{2}{3}} - \frac{1}{2} \sqrt{8} - \sqrt{\frac{2}{3}} = 0, \text{ ou } x = \sqrt{8}.$$

$$\text{Le cube de } -\frac{1}{2} \sqrt{8} + \sqrt{\frac{2}{3}} = -\sqrt{8} + 6 \sqrt{\frac{2}{3}} - \sqrt{8} + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} = -2 \sqrt{8} + \frac{20}{3} \sqrt{\frac{2}{3}}.$$

$$\text{Le cube de } -\frac{1}{2} \sqrt{8} - \sqrt{\frac{2}{3}} = -\sqrt{8} - 6 \sqrt{\frac{2}{3}} - \sqrt{8} - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} = -2 \sqrt{8} - \frac{20}{3} \sqrt{\frac{2}{3}}.$$

COROLLAIRE I.

IX. Il suit de ce que $q = \frac{(p-d)d \times \sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}}$, & de ce que la formule de la plus grande des trois Racines renfermées dans l'Equation $x^3 - px + q = 0$, se réduit à $\frac{1}{2} \times [\sqrt[3]{(\frac{4p-dd}{3})} + d\sqrt{-\frac{1}{3}}] + \frac{1}{2} \times [\sqrt[3]{(\frac{4p-dd}{3})} - d\sqrt{-\frac{1}{3}}]$ que si l'on fait $\frac{1}{2} \sqrt[3]{(\frac{4p-dd}{3})} = a + \sqrt{b}$, & $\frac{1}{2} d \sqrt{-\frac{1}{3}} = \sqrt{-c}$, on trouvera $p = 3aa + 6a\sqrt{b} + 3b + 3c$, & $q = 2a^3 + 6ab - 6ac + (6aa + 2b - 6c) \times \sqrt{b}$,
l'Equation

l'Equation $x^3 - px + q = 0$, devient donc

$$x^3 - x \times (3aa + 6a\sqrt{b} + 3b + 3c) + 2a^3 + 6ab - 6ac + (6aa + 2b - 6c) \times \sqrt{b} = 0, \text{ dont les Racines sont } x + 2a + 2\sqrt{b} = 0, x - a - \sqrt{b} - \sqrt{3c} = 0, x - a - \sqrt{b} + \sqrt{3c} = 0.$$

Si l'on veut que le coefficient q ne contienne point de grandeurs incommensurables, il n'y a qu'à supposer $(6aa + 2b - 6c) \times \sqrt{b} = 0$. De cette supposition il résulte $c = aa + \frac{1}{3}b$, qui étant substitué dans p & q , l'Equation deviendra $x^3 - x \times (6aa + 4b + 6a\sqrt{b}) + 4ab - 4a^3 = 0$, dont les racines sont $x + 2a + 2\sqrt{b} = 0, x - a - \sqrt{b} - \sqrt{3aa + b} = 0, x - a - \sqrt{b} + \sqrt{3aa + b} = 0$, toutes trois réelles, inégales & incommensurables, quoique l'Equation n'ait point d'incommensurables dans q .

Si de cette Equation, dans laquelle $d = 2\sqrt{3aa + b}$, on passe à celle-ci, $x^3 - ddx + 4q = 0$, dans laquelle on mette pour d & q leurs valeurs, il viendra $x^3 - x \times (12aa + 4b) + 16ab - 16a^3 = 0$, dans laquelle p & q ne contiennent point d'incommensurables.

Or on a vu (*art. 4.*) que les trois Racines de $x^3 - ddx + \frac{(4p - 4dd)\sqrt{4p - dd}}{3\sqrt{3}} = 0$, sont $x + \sqrt{\frac{4p - dd}{3}} = 0, x - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{4p - dd}{3}} - \frac{1}{2}\sqrt{5dd - 4p} = 0, x - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{4p - dd}{3}} + \frac{1}{2}\sqrt{5dd - 4p} = 0$. En substituant dans ces trois Racines pour p & d leurs valeurs $12aa + 4b$, & $2\sqrt{3aa + b}$, elles deviendront $x + 2a + 2\sqrt{b} = 0, x - 2\sqrt{b} + 2a = 0, x - 4a = 0$, dont il n'y en a que deux d'incommensurables, quoiqu'elles paroissent toutes trois, avant d'être réduites, sous une forme incommensurable.

Mem. 1738.

Kk

COROLLAIRE II.

X. On voit par les différentes formules d'Equations du 3.^{me} degré que l'on trouve dans ce Mémoire, que pour que les trois Racines qui en résultent, soient toutes trois réelles, inégales & incommensurables, il faut que les coefficients p & q contiennent eux-mêmes des grandeurs irrationnelles, ou au moins que l'un des deux en contienne.

Voici encore une nouvelle manière d'essayer de faire que les coefficients p & q soient rationnels.

Soit supposé $q = (a - \sqrt{b} \times (a + \sqrt{b}) \times n$, formé par le produit de trois quantités, dont deux sont irrationnelles, mais telles que leur produit soit rationnel, on sçait que $q = \frac{(p-dd)}{3} \times \sqrt{\frac{4p-dd}{3}}$.

Si donc on suppose $na + n\sqrt{b} = \frac{p-dd}{3}$, on aura $a - \sqrt{b} = \sqrt{\frac{4p-dd}{3}}$. De la première Equation on tire $dd = p - 3an - 3n\sqrt{b}$, & de la seconde on tire $dd = 4p - 3aa + 6a\sqrt{b} - 3b$.

Ainsi on a $p - 3an - 3n\sqrt{b} = 4p - 3aa + 6a\sqrt{b} - 3b$, qui donne $p = aa - an + b - 2a\sqrt{b} - n\sqrt{b}$.

L'Equation composée sera donc $x^3 - x \times (aa - an + b - 2a\sqrt{b} - n\sqrt{b}) + aan - bn = 0$, qui doit être divisible par $x + a - \sqrt{b} = 0$. La division étant faite, il vient $xx - x \times (a - \sqrt{b}) + an + n\sqrt{b} = 0$, qui donne $x - \frac{1}{2} \times (a - \sqrt{b}) - \frac{1}{2} \sqrt{(aa - 2a\sqrt{b} + b - 4an - 4n\sqrt{b})} = 0$, & $x - \frac{1}{2} \times (a - \sqrt{b}) + \frac{1}{2} \sqrt{(aa - 2a\sqrt{b} + b - 4an - 4n\sqrt{b})} = 0$.

Les trois Racines de l'Equation sont donc réelles, inégales & incommensurables dans ce cas où q est rationnel, & où p contient de l'irrationnel. Si l'on veut faire évanouir l'irrationalité qui est dans p , il faut supposer $-2a\sqrt{b} - n\sqrt{b} = 0$.

On tire de cette supposition, $n = -2a$, cette valeur étant donc substituée dans l'Equation composée & dans ses Racines, il vient $x^3 - x \times (3aa + b) + 2ab - 2a^3 = 0$, dont les Racines sont $x + a - \sqrt{b} = 0$, $x - \frac{1}{2}a + \frac{1}{2}\sqrt{b} - \frac{1}{2}\sqrt{9aa + 6a\sqrt{b} + b} = 0$, & $x - \frac{1}{2}a + \frac{1}{2}\sqrt{b} + \frac{1}{2}\sqrt{9aa + 6a\sqrt{b} + b} = 0$.

Ces trois Racines se réduisent à $x + a - \sqrt{b} = 0$, $x + a + \sqrt{b} = 0$, & $x - 2a = 0$, dont il n'y en a que deux d'incommensurables.



SUR LES MONSTRES.

PREMIER MÉMOIRE

*Dans lequel on examine quelle est la cause immédiate
des Monstres.*

Par M. LÉMERY.

ON entend communément par le mot de *Monstre*, un Animal qui naît avec une conformation contraire à l'ordre de la Nature, c'est-à-dire, avec une structure de parties très-différente de celle qui caractérise l'espèce des Animaux dont il sort : je dis très-différente, car s'il n'y avoit qu'une différence légère & superficielle, si l'objet ne frappoit pas avec étonnement, on ne donneroit pas le nom de *Monstre* à l'Animal où elle se trouveroit.

Il y a bien des sortes de *Monstres* par rapport à leur structure ; les uns en ont trop, ou n'ont pas assez de certaines parties ; tels sont les *Monstres* à deux têtes, ceux qui sont sans bras, sans pieds ; d'autres pèchent par la conformation extraordinaire & bizarre, par la grandeur disproportionnée, par le dérangement considérable d'une ou de plusieurs de leurs parties, & par la place singulière que ce dérangement leur fait souvent occuper ; d'autres enfin, ou par l'union de quelques parties qui, suivant l'ordre de la nature & pour l'exécution de leurs fonctions, doivent toujours être séparées, ou par la déunion de quelques autres parties qui, suivant le même ordre & pour les mêmes raisons, ne doivent jamais cesser d'être unies.

Depuis que l'Anatomie moderne nous a fait connoître que tous les Animaux viennent d'œufs, & que chacune de leurs parties contenues & toutes faites dans les enveloppes de ces œufs, n'ont besoin que de développement & d'extension pour se faire voir sous leur forme naturelle, le système de

la génération des Animaux est devenu bien différent de celui qui regnoit avant la découverte des œufs ; par conséquent, les raisonnements anciens & faits avant cet éclaircissement sur la formation des différentes espèces de Monstres, partant nécessairement d'un faux principe, & le supposant toujours, tombent d'eux-mêmes & ne méritent pas de nous arrêter.

A l'égard de ceux qui ont été faits ensuite sur une base plus vraie & plus solide que celle des premiers, ils se réduisent à deux, qui n'ont point été contredits par d'autres postérieurement imaginés & qui soient entrés en lice avec eux ; il y a même d'autant plus d'apparence que les sentiments sur la formation des Monstres ne se multiplieront pas plus dans la suite qu'ils l'ont fait jusqu'ici, que les deux qui sont aujourd'hui sur les rangs, renferment à la fois toutes les causes possibles & différentes de cette formation ; mais si, comprenant tout, ils ne laissent rien à imaginer de nouveau sur ce sujet, il ne s'ensuit pas de-là qu'ils soient tous deux actuellement en possession de la production des Monstres : tout ce qui est possible n'existe pas ; par conséquent, l'un des deux sentiments, quoique réputé possible à la rigueur, peut n'être au fond qu'idéal & spéculatif, & devenir même chimérique par l'examen, pendant que l'autre se trouvera réel & effectif : & comme il nous importe bien moins de connoître les différentes manières dont les Monstres peuvent avoir été formés, que celles dont ils le sont, je vais tâcher de démêler ce qui en est, & de le faire appercevoir avec évidence.

Pour en venir à bout, je partagerai ce que j'ai à dire sur les Monstres, en quatre Mémoires. Dans le premier, j'examinerai celui que feu M. du Verney a donné dans le Tome des Mémoires de l'Académie de l'année 1706, & ce sera particulièrement sur les différentes parties de ce Monstre que j'établirai mes réflexions.

Dans le 2.^d Mémoire, j'examinerai & réfuterai les raisons qu'on a coutume d'alléguer en plusieurs cas en faveur du système des Œufs originairement monstrueux, & contre celui des causes accidentelles pour la formation d'un grand nombre

de Monstres. On trouvera aussi dans ce Mémoire & dans les suivans divers moyens de reconnoître & de vérifier l'action de ces causes dans les différentes especes de cas monstrueux.

Ce sera principalement du Monstre publié dans le Tome des Mémoires de l'année 1724, que je tirerai la suite des éclaircissements que j'ai à donner dans un troisième Mémoire sur la cause des Monstres; & ce qui me fait arrêter beaucoup plus sur ce Monstre & sur celui de M. du Verney, que sur une foule d'autres fort connus, c'est 1.^o qu'on en a une histoire anatomique plus détaillée que de la plûpart des autres. 2.^o C'est qu'on ne les donne que sur le pied de deux échantillons de Monstres en général, qui ne disent que ce que pourroient dire tous autres Monstres, & dont il s'ensuit aussi précisément les mêmes conséquences, suivant l'application de l'un ou de l'autre système à chacun d'eux. 3.^o J'ai choisi le Monstre du Tome de 1724, pour mon troisième Mémoire, parce qu'il m'appartient, & que mes explications sur quelques parties de ce Monstre ayant été attaquées, c'est en y répondant que je me suis proposé de donner une continuation d'éclaircissements sur la cause des Monstres, comme je compte aussi le faire dans ce premier Mémoire, en attaquant le système adopté par M. du Verney, pour son Monstre.

Enfin c'est un fait singulier qui a donné lieu au quatrième Mémoire, dans lequel j'espère qu'on trouvera une idée nouvelle, plus complète & plus exacte qu'on ne l'a eüe jusqu'ici, de ce qui fait le caractère essentiel des Monstres, de la nature de leurs causes, & de l'effet particulier de ces causes à l'égard des fœtus qui se sont trouvés, & se trouvent malheureusement à leur rencontre.

Quoique les deux sentimens dans l'examen desquels nous allons entrer, ayent pour base, ainsi qu'il a été dit, le système de la génération des Animaux par les œufs, l'un des deux n'en suppose que d'une sorte, & l'autre en suppose de deux. Suivant le dernier, il y a des germes essentiellement monstrueux, comme il y en a de naturels; les parties monstrueuses sont en petit dans leur germe, comme les naturelles dans le

leur, & les unes & les autres n'ont besoin que de développement, & d'un développement produit par les mêmes causes, pour paroître telles qu'on les voit ensuite.

Suivant le premier, qui n'admet qu'une sorte d'œufs, toutes les parties qu'ils contiennent sont originairement selon l'ordre naturel, & elles ne deviennent monstrueuses qu'après coup & par une espèce de hazard, c'est-à-dire, par le concours fortuit de causes accidentelles, qui trouvent d'autant mieux à agir sur le germe de l'œuf, que ce germe n'est qu'une espèce de glaire dont toutes les petites parties molles, délicates & flexibles, reçoivent & prennent avec la dernière facilité toutes les impressions extraordinaires qui leur arrivent, soit de la part des suc's vitiés qui y abordent, & qui y produisent souvent ce qu'ils ne sont pas capables de faire sur des parties plus robustes & plus élastiques, telles que sont celles de la mere, soit en conséquence des mouvements déréglés que ces suc's peuvent exciter dans le genre nerveux de l'enfant, & qui n'ont souvent que trop de force sur la construction naturelle de ses différentes parties; soit enfin par d'autres causes, & entr'autres, parce que la matrice qui est une espèce de muscle creux, susceptible d'une infinité de contractions irrégulières, & en tout sens, sur-tout dans les passions hystériques, est très-capable de comprimer plus ou moins fortement, & de différentes manières, le fœtus qui y aura été reçu, de le défigurer, d'y faire des retranchements de parties, en empêchant leur développement, ou en les détruisant, & les effaçant peu de temps après qu'elles ont été développées; d'unir une ou plusieurs parties de différents germes qui se seront rencontrés ensemble, & souvent aussi, de joindre en même temps & par la même voye à cette union, la suppression totale de plusieurs autres de leurs parties qui se seront trouvées entre deux.

Le Monstre dont M. du Verney donna la description en 1706, étoit composé de deux enfants mâles joints ensemble par la partie inférieure du ventre appelée Hypogastre. Toutes leurs parties externes & internes étoient semblables à celles

des autres enfans, depuis la tête jusqu'à l'endroit de la jonction, où se trouvoient celles qui étoient extraordinaires & monstrueuses, & qui l'étoient souverainement. De leur examen M. du Verney conclut, qu'elles ne sont point l'ouvrage du hazard, ni l'effet d'un dérangement fortuit des mouvemens naturels; que depuis les enveloppes jusqu'au plus profond des entrailles, tout est d'un dessein conduit par une Intelligence libre dans sa fin, toute-puissante dans l'exécution, & toujours sage & arrangée dans les moyens qu'elle emploie; que cette intelligence a réellement voulu produire un Monstre tel que celui-ci, & que la preuve de cette volonté est l'accomplissement du fait: qu'enfin l'inspection de ce Monstre fait voir la richesse de la mécanique du Créateur, au moins autant que les productions les plus réglées, puisqu'à toutes les preuves que nous en avons, elle ajoute encore celle-ci, d'autant plus forte & plus convaincante, qu'étant hors des règles communes, elle montre mieux & la liberté & la fécondité de l'Auteur de cette mécanique si variée dans ces sortes d'ouvrages.

D'autres pourroient penser tout différemment de M. du Verney sur la formation de son Monstre; & en effet, en considérant qu'il est formé de deux enfans bien distincts, qui tiennent l'un à l'autre par leurs régions hypogastriques, la première idée que fait naître communément cette vue, & que l'examen & la réflexion ne manquent pas de justifier de plus en plus, c'est que deux germes naturellement séparés, se sont rencontrés dans la matrice, & qu'à la faveur de la mollesse & de la flexibilité de leurs parties qui se sont parlà mutuellement pénétrées & confonduës, les deux germes ont resté unis dans le sens où nous les voyons, & qui est celui où ils se sont présentés l'un à l'autre; car dans d'autres cas où deux germes s'offriroient par d'autres parties, il en résulteroit des Monstres différens. Voilà l'idée communément résultante de la vue de tout Monstre composé de deux corps ou d'un plus grand nombre de parties organiques qu'il n'en doit avoir, suivant l'ordre de la nature.

L'observation

L'observation de ce qui se passe dans les végétaux, a servi en quelque manière, de fondement à ce raisonnement ; deux pommes, deux poires, deux cerises ou tous autres fruits qu'on trouve unis ensemble sur l'arbre, & qui y forment une espèce de Monstre, ne sont pas supposés avoir été tels dans leur première production ; on pense au contraire, qu'ils étoient originairement distincts, & que la proximité & le contact les ont plus ou moins unis, suivant que le degré de pression a été plus fort, & que la superficie des deux fruits suffisamment entamée, a donné lieu par-là à l'abouchement réciproque des extrémités de leurs vaisseaux entr'ouverts, ou de leur tissu cellulaire devenu à nud de part & d'autre.

Ce qui justifie cette idée & ce qui en établit la mécanique, ce sont les greffes ; on sçait par expérience qu'un petit scion que l'on a coupé, ou un œil que l'on a levé à la branche d'un arbre qui étoit en sève, présente alors à découvert par l'extrémité coupée, ses vaisseaux & son parenchyme, & qu'en cet état il peut s'unir, & s'unit en effet à un autre arbre coupé de manière qu'il présente aussi à nud dans le lieu de l'union, ses vaisseaux & son tissu cellulaire, à la greffe qui y a été appliquée, moyennant quoi cette greffe ne faisant plus dans la suite qu'un même corps avec l'arbre, non-seulement elle se nourrit sur son tronc comme si elle lui eût toujours appartenu ou qu'elle eût été tirée d'un arbre de la même espèce ; mais elle porte encore des fruits, non de la nature de ceux du tronc étranger sur lequel elle habite, mais de ceux de l'arbre particulier dont elle vient.

Ne trouve-t-on pas continuellement des exemples d'unions pareilles qui se font d'elles-mêmes & par la même mécanique entre deux branches de plusieurs arbres de même espèce ou de même genre, qui se trouvant quelquefois trop proches l'une de l'autre en vertu de leur position particulière, & se ferrant toujours de plus en plus à mesure qu'elles grossissent, commencent par s'écorcher & se pénétrer mutuellement, & s'unissent ensuite si parfaitement par toute leur substance dans l'endroit du contact, que quand on coupe l'une des deux

branches au-deffous de l'union, & qu'on l'empêche par-là de recevoir les fucs qui lui venoient de son tronc particulier, elle trouve une reflource fuffifante dans la branche à laquelle elle eft intimement unie, & d'où il lui arrive alors en vertu de cette union, une affés grande quantité de fucs nourriciers pour l'empêcher de périr? Enfin le Bois de Boulogne nous offre un fait fingulier auquel on a donné le nom de mariage de deux Chênes de ce Bois; il s'eft fait ce mariage, par le moyen d'une branche partie de chacun de ces deux arbres, & le hazard a voulu que les deux branches parvenus à une certaine grandeur, fe foient rencontrées & pénétrées, de manière qu'elles fe font parfaitement unies & qu'elles reffent telles.

Pourquoi n'arriveroit-il pas dans l'occafion & fuivant la même mécanique, de femblables unions entre les parties de deux fœtus, fur-tout lorsqu'ils ne font encore que des germes nouvellement arrivés dans la matrice? car alors les parties tendres, molles & délicates de ces germes, ont bien plus de facilité par leur choc & leur rencontre à s'entamer & à fe joindre, que n'en ont les branches d'arbres dont on vient de parler: de plus, les coups & les preffions que reçoivent fousvent ces germes de la part de la partie qui les contient & qui n'entre que trop fousvent dans des contractions, font une caufe de jonction bien plus prompte & plus efficace, que celle qui joint intimement deux branches, foit par leurs extrémités, foit par leurs côtés.

Et ce qui prouve que l'union dont on vient de parler, eft non-feulement poffible, mais encore réelle, dans les deux fœtus du Monftre de M. du Verney, & par conféquent qu'il a été formé après coup, c'eft qu'à l'endroit où la peau des ventres de ces enfans s'uniffoit, M. du Verney a reconnu & diftingué une couture qu'il a eu grand foin d'inférer dans la première figure de fon Monftre, & par laquelle il déclare que les jumeaux paroiffoient joints enfemble: or cette couture n'eft vraifemblablement qu'une cicatrice qui fuppofe une folution de continuité, & enfuite une réunion par les fucs nourriciers parvenus à l'extrémité des parties coupées,

lesquels ayant servi de colle & d'interméde pour lier les deux parties séparées, n'ont pu si bien le faire qu'il n'en soit resté une trace sur la peau ; d'où l'on peut conclurre que puisqu'il y a une couture dans le lieu de la jonction des deux fœtus, c'est une marque que ces deux fœtus originairement séparés, se sont présentés en cet endroit l'un à l'autre ; & que s'y étant mutuellement pressés, entamés & pénétrés, ils s'y sont unis de la manière qui vient d'être rapportée. Enfin, cette couture se conçoit aussi naturellement dans le système des causes accidentelles, qu'elle étoit peu nécessaire dans le cas des œufs monstrueux, où l'Auteur de la nature n'auroit point eu besoin d'employer la solution de continuité pour parvenir à l'union des deux fœtus.

Cette observation n'est pas la seule qui paroisse favoriser le système des accidents à l'égard du Monstre de M. du Verney ; & si tous les autres étoient examinés avec soin, on découvrira aisément dans chacun, certaines parties qui fourniraient des preuves plus marquées & plus incontestables que d'autres, contre la supposition des œufs originairement monstrueux, & en faveur de l'hypothèse contraire.

Et si l'on veut appliquer à plusieurs fœtus doubles ce qui se passe entre des branches d'arbres, ne peut-on pas comparer l'union des deux troncs inférieurs des deux fœtus de M. du Verney, aux branches qui partent de deux arbres différents & qui vont se joindre par leurs extrémités ; & la jonction des branches par leurs côtés, à toutes les jonctions latérales, antérieures & postérieures de deux fœtus ? Et comme ce qui se passe dans le cas végétal, est extérieurement le même que ce qu'on observe dans le cas animal, tout invite à faire croire que dans l'un & dans l'autre, tout doit aussi s'être fait de la même manière & par une semblable mécanique.

Ce qui paroît encore prouver que le Monstre de M. du Verney & tous ceux en général qui sont composés de même de deux fœtus, n'ont été formés que par la rencontre & la pression réciproque des deux germes qui appartiennent à chacun de ces Monstres, c'est l'examen de leurs parties in-

ternes : elles sont communément de deux sortes , naturelles & monstrueuses. Ces dernières se trouvent dans le lieu où s'est fait l'union des deux fœtus ; celles qui ont conservé leur structure naturelle , sont par-tout ailleurs ; ce qui s'accorde parfaitement avec l'effet naturel de la pression qui n'a pu produire la jonction des deux fœtus , sans que les parties internes contenues dans le lieu de cette jonction en souffrissent plus ou moins suivant le degré de cette pression. Quand elle est poussée trop loin , les parties des deux fœtus se pénètrent trop avant les unes & les autres , & doivent par-là concourir mutuellement à leur destruction totale ; mais quand cette pression n'est portée que jusqu'à un certain point , on conçoit que son effet peut se réduire alors à des déplacements de parties , à des anéantissements de quelques-unes , à empêcher le développement de quelques autres , à rompre l'union naturelle de certaines pour faire de nouveaux alliages de ces parties séparées , & pour les greffer en quelque manière sur d'autres avec lesquelles elles ne doivent point être unies selon l'ordre de la nature ; enfin à produire un nouvel arrangement , moyennant lequel l'animal tout monstrueux qu'il est , ne laisse souvent pas que de se nourrir , de vivre & de végéter , parce que le commerce & la circulation des liqueurs n'en ont point été détruits.

Par conséquent , si le lieu de la jonction de deux fœtus est le seul qui contienne des parties monstrueuses , c'est qu'il est le seul dont les parties internes & externes aient été exposées à l'effort de la pression. Et si par-tout ailleurs les parties conservent leur état naturel , c'est que la pression ne s'y est pas fait sentir ; c'est pour cela que dans le Monstre de M. du Verney , où toute la pression mutuelle des deux fœtus n'avoit vraisemblablement porté que sur le bas de leurs trones , & ne les avoit aussi unis qu'en cet endroit , on n'a trouvé de parties monstrueuses que dans l'hypogastre ; & c'est par la même raison que dans les fœtus joints par les côtés , depuis le col jusqu'au bas du tronc , il n'y a de parties monstrueuses que dans la poitrine & dans le bas ventre ; & ces parties sont

différemment monstrueuses & le sont en plus grand nombre, suivant que les deux fœtus se sont pénétrés & approchés de plus près & en différents sens, par exemple, dans les uns telles parties sont restées doubles & distinctes, qui dans les autres se sont réunies, & de deux n'en ont fait qu'une.

Enfin si toutes les parties monstrueuses contenues dans les fœtus unis ensemble, concourent à faire voir que le Monstre n'a été formé que parce que les deux fœtus ont été pressés l'un contre l'autre, il y a toujours dans chacun de ces Monstres quelques parties qui le déclarent encore plus sensiblement que d'autres; par exemple, on remarque dans celui de M. du Verney, qu'un des testicules de chaque enfant étoit placé dans l'aîne & renfermé dans une poche émanée du péritoine, dont l'entrée n'étoit pas fermée comme elle est dans les hommes, mais ouverte comme elle est dans les autres animaux, & que l'autre testicule étoit à nud dans la cavité du ventre & attaché au péritoine; ce qui donne lieu d'abord d'opposer, que si conformément au système des œufs monstrueux, une Intelligence toute-puissante eût eu le dessein dans la formation de ces œufs, de placer dans quelques-uns les testicules, comme ils l'étoient dans le Monstre dont il s'agit, du moins n'auroit-elle pas laissé si fort à l'abandon, ceux sur-tout qui sont à nud dans le ventre, auxquels elle auroit vraisemblablement donné une enveloppe particulière pour les deffendre du choc des parties environnantes. Une autre observation qu'offre le Monstre de M. du Verney, & qui mérite aussi une attention particulière de notre part, c'est que le scrotum qui étoit sous la verge de chaque enfant, s'étoit trouvé vuide & aplati, faute des testicules qui auroient naturellement dû y être renfermés.

Je demande de quoi pouvoient servir alors des scrotums qui ne contenoient rien : est-il vraisemblable que l'Auteur de la nature les eût faits, s'il eût eu dessein de loger ailleurs & assez mal, les deux testicules? Imagine-t-on qu'il les eût produits, s'ils eussent dû être de la dernière inutilité? Et ne paroît-il pas bien plus naturel & plus vrai, par l'inspection

de ces scrotums & du logement extraordinaire des testicules, par le désordre & le dérangement visible qui regne dans les parties hypogastriques de ce Monstre, que les extrémités inférieures des troncs des deux fœtus ayant été pressées l'une contre l'autre, les testicules sont sortis par-là de leurs enveloppes, & ont été poussés & relégués irrégulièrement les uns par rapport aux autres, dans un lieu étranger, où ils étoient infiniment moins bien que dans leur demeure naturelle, toujours prête néanmoins à les recevoir par le vuide qui s'y étoit entretenu? Ce dérangement est tout simple dans le système des causes accidentelles, de l'impression desquelles il a plu à l'Auteur de la nature, que les ouvrages, même partis immédiatement de sa main, tels que sont les germes des animaux & des végétaux, fussent susceptibles, lorsqu'ils se trouveroient exposés à leur torrent; mais ce désordre devient moralement impossible dans le cas des œufs originairement monstrueux, où rien n'auroit dû se faire qu'en conséquence d'un dessein régulier, puisqu'il seroit émané du Créateur.

Au reste, j'ai beau chercher dans le Monstre dont il s'agit, j'avoue que je ne saurois y découvrir ce qui a pu donner lieu à M. du Verney de se récrier si fort sur le bel arrangement de cet ouvrage, dans lequel, ainsi que dans ce qui caractérise tous ceux de cette nature, je ne vois que bouleversement, désordre, dérangement, confusion, exécutions manquées. Pour s'en convaincre, il n'y auroit d'abord qu'à jeter les yeux sur les suites ordinaires de l'union de deux fœtus, moyennant laquelle des parties destinées à obéir par leurs mouvements aux volontés de l'ame, & qui ont souvent pour cela la conformation requise & telle que l'auroient deux enfants qui ne tiendroient pas l'un à l'autre, ne peuvent cependant le faire, ou le font très-mal en vertu de cette union. Les jambes, par exemple, du Monstre de M. du Verney, avoient tout ce qu'il falloit pour marcher, & cela aussi-bien que d'autres enfants non unis; cependant ils n'eussent pu le faire en avant par rapport à leur union; ils ne l'eussent guère

pû que de côté, & encore eût-il fallu que celui qui auroit eu envie de marcher, eût attendu que l'autre l'eût voulu aussi, mais tout ceci n'est rien en comparaison de ce qui suit.

Le Monstre de M. du Verney n'avoit qu'une vessie; mais il dit formellement qu'elle paroissoit composée de deux vessies applaties & jointes l'une à l'autre par le côté, de sorte qu'il n'y avoit, à proprement parler, qu'une cavité; en conséquence de cette remarque, ne peut-on pas dire en passant, que la représentation non d'une seule vessie, mais de l'assemblage & de l'union de deux vessies séparées, est un grand préjugé en faveur de la réalité de cette union faite après coup. Quoi qu'il en soit, cette vessie unique étoit une espèce de cloaque, qui, au lieu de l'urine seule qui lui venoit de quatre ureteres, recevoit aussi, contre sa destination ordinaire, la matière stercorale qui y étoit apportée par un intestin qui y donnoit; de sorte que l'urine & les excréments solides chariés dans un même lieu, n'avoient d'autre issuë pour sortir, que la verge de chaque fœtus; mais ce n'est point encore là tout le ridicule de cette construction monstrueuse.

Les deux vaisseaux déférens s'inséroient encore dans le même cloaque, où la semence des deux fœtus se feroit aussi renduë ensuite, & auroit coulé à tout instant, faute d'un Sphincter. La beauté d'un pareil arrangement ne frappe & ne mérite-t-elle pas bien d'être exaltée, sur-tout lorsqu'on y joint la réflexion suivante? Les testicules, les épидidimes, les vésicules séminales, & tout ce qui appartient à ces parties, avoit sa conformation naturelle; par conséquent, en raisonnant sur le système des œufs originairement monstrueux, il s'ensuit que puisque l'Auteur de la nature avoit donné au Monstre de M. du Verney, les parties nécessaires pour la préparation de la liqueur séminale, son dessein avoit été que les deux fœtus dont il étoit composé, ne fussent pas stériles: cependant les vaisseaux déférens qui auroient été continuellement porter cette liqueur, non dans l'uretre, comme il l'eût fallu, mais dans la vessie où elle auroit été mêlée avec l'urine & les grosses matières; ces vaisseaux,

dis-je, & par leur mauvaise conformation, & par le lieu où ils auroient conduit la liqueur féminale, en auroient sûrement fait manquer l'effet, ce qu'avoué & annonce aussi M. du Verney; cela étant, que devient son éloge sur le dessein & l'arrangement des parties de son Monstre? comment n'a-t-il pas apperçu que ces parties au lieu de s'aider & de concourir ensemble à une même fonction, se contradioient, & que les unes ne servoient qu'à détruire & à faire manquer ce qui avoit été parfaitement bien préparé par les autres? De pareilles contradictions peuvent-elles être imputées à l'Auteur de la nature? On les lui impute cependant sans y faire attention, en suivant le système des œufs originairement monstrueux, & il n'en faudroit pas davantage pour l'exclusion totale de ce système.

Il est bien vrai que deux enfants qui font partie d'un même Monstre, viennent originairement du Créateur; mais au sortir de ses mains, ils étoient séparés; leur construction étoit alors suivant l'ordre naturel; c'est l'action fortuite & immédiate de quelques-unes des causes accidentelles auxquelles les deux fœtus ont été malheureusement exposés, qui a corrompu & défiguré deux ouvrages de la nature, & en a fait un Monstre: car, comme ces sortes de causes sont par elles-mêmes aveugles & dispensées d'avoir un dessein, des vûes saines & de les suivre, elles ne jouissent que trop souvent de leurs droits, en agissant inconsidérément sur tout ce qu'elles trouvent, en faisant des alliages bizarres & déraisonnables, & donnant lieu à des constructions folles & extravagantes qui s'accordent parfaitement avec des agents qui ne voyent ni ne sçavent ce qu'ils font, mais qui jurent & ne sçauroient jamais être d'accord avec la cause respectable à laquelle le système des œufs originairement monstrueux les attribue immédiatement.



DU MOUVEMENT APPARENT DES ÉTOILES FIXES EN LONGITUDE.

Par M. CASSINI.

POUR déterminer le mouvement apparent des Étoiles fixes en longitude, les Astronomes ont pour l'ordinaire comparé la situation de ces Étoiles, telle qu'elle résultoit de leurs observations, avec celle qui avoit été déterminée par les anciens Astronomes, dont les observations les plus anciennes se montent présentement à plus de 2000 ans.

18 Juin
1738.

Quoique pendant cet intervalle le mouvement des Étoiles fixes ait été de près d'un signe entier, cependant le peu de précision avec laquelle les anciennes observations paroissent avoir été faites, a laissé toujours quelque doute sur la quantité exacte de leur mouvement, qui se trouve différente suivant les différentes Étoiles que l'on y employe; car, comme l'on ne trouve point à présent la distance entre ces Étoiles en longitude, précisément de même que celle qu'on leur avoit assignée autrefois, il en doit résulter nécessairement des différences dans la quantité de leur mouvement, suivant les Étoiles qu'on employe pour cette détermination, dont le choix est arbitraire.

Ces différences se sont trouvées encore plus grandes, suivant les observations des divers Astronomes, que l'on a comparées ensemble, dont les plus modernes ne se sont point accordées à celles qui les ont précédées.

Suivant Hypparque qui vivoit 128 ans avant J.C. le mouvement des Étoiles fixes qu'il avoit déduit des observations de Timocharis dans l'intervalle de 155 années, étoit d'un degré en 77 années & demie, ce qu'il n'osé cependant assurer, parce qu'il ne jugeoit pas que le temps qui s'étoit écoulé entre les observations de Timocharis & les siennes, fût assez grand pour en pouvoir décider avec quelque certitude.

Mém. 1738.

M m

Ptolémée qui suivit Hypparque, détermina par la comparaison de ses observations avec celles de cet Astronome, le mouvement des Etoiles fixes, de deux degrés 40 minutes en 265 ans, ce qui est à raison d'environ un degré en 100 années, beaucoup plus lent qu'on ne l'a trouvé dans la suite par les observations d'Albategnius & des autres Astronomes Orientaux, qui l'ont déterminé de 3 degrés en 100 années, & d'un degré en 66 années & 8 mois. Enfin par la comparaison des observations anciennes avec les modernes, les uns ont trouvé que les Etoiles fixes parcouroient un degré en 70 ans, & les autres en 72 ans, sans qu'on pût s'assurer encore quelle des deux déterminations méritoit la préférence.

Il étoit donc nécessaire, pour connoître la quantité du mouvement des Etoiles fixes plus exactement qu'on ne l'avoit déterminée jusqu'à présent, d'avoir des observations modernes faites à quelques distances les unes des autres qu'on pût comparer ensemble, & qui, par leur exactitude, méritassent la préférence sur celles qui avoient l'avantage d'avoir été faites long-temps auparavant; c'est ce que nous croyons pouvoir exécuter par la comparaison des observations qui ont été faites à Paris depuis l'établissement de l'Académie Royale des Sciences & de l'Observatoire, dans l'intervalle de près de 70 années, qui comprennent déjà près d'un degré.

Entre ces observations nous avons choisi d'abord celles d'Arcturus, qui furent faites par mon Pere au mois de Mai de l'année 1672, à l'Observatoire, dans le dessein, comme il le marque expressément, de déterminer la différence d'ascension droite entre cette Etoile & le Soleil.

Il avoit choisi pour cet effet, le temps auquel le Soleil avoit la même déclinaison que cette Etoile, & étoit par conséquent dans le même parallèle, parce qu'alors ces deux Astres paroïssent successivement l'un après l'autre dans la même ouverture de la Lunette à leur passage par le Méridien, sans qu'on fût obligé de la changer de hauteur; de sorte qu'observant l'intervalle entre le temps de leur passage par le fil vertical de cette Lunette, on étoit assuré d'avoir exactement

leur différence en ascension droite. Cette méthode n'est point sujette aux erreurs qui peuvent se glisser dans la direction de la Lunette en l'élevant ou l'abaissant suivant un plan vertical, ou même sur un Quart-de-cercle dirigé fixement sur le plan du Méridien, par la difficulté qu'il y a de dresser le limbe de cet instrument de manière qu'il soit dans toute son étendue précisément sur un même plan.

Cette méthode avoit été pratiquée trois ans auparavant par M. Picard, dans le Jardin de la Bibliothèque du Roi, où il avoit dirigé une Lunette fixe au passage d'Arcturus par le Méridien, comme M. Delisle de la Croyere l'a rapporté dans les Mémoires de l'Académie de 1727, dans le dessein de s'en servir pour déterminer le mouvement des Etoiles fixes.

Dans l'observation de cette Etoile, qui fut faite en 1672, le passage du centre du Soleil par le fil vertical de la Lunette, fut déterminé le 23 Mai à $0^h 0' 9''$ à la Pendule, le 24 Mai à $0^h 0' 19''$, & le 25 Mai à $0^h 0' 30''$; de sorte que la Pendule a accéléré dans l'intervalle entre la première & la seconde observation, de 10 secondes, & entre la seconde & la troisième, de 11", ce que j'ai cru devoir rapporter ici, parce que si la Pendule avoit eu des irrégularités considérables d'un jour à l'autre, causées, comme il arrive quelquefois, par les différentes températures de l'air, on ne pourroit pas s'assurer de l'heure précise de l'observation de l'Etoile faite dans les temps intermédiaires.

Le passage d'Arcturus par le fil vertical de la Lunette fut observé le 23 Mai $9^h 55' 37''$ après celui du Soleil. Pendant cet intervalle, la Pendule a avancé de 4 secondes 8 tierces, à raison de 10 secondes pour 24 heures; les retranchant de $9^h 55' 37''$, on aura la différence horaire d'ascension droite entre Arcturus & le Soleil, de $9^h 55' 32'' 52'''$.

La hauteur méridienne d'Arcturus fut observée le 23 Mai, de $62^d 5' 10''$, & le 24 Mai, de $62^d 5' 0''$, ce qui donne la moyenne, de $62^d 5' 5''$, dont retranchant la réfraction & la

276 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
hauteur de l'Equateur, reste la déclinaison septentrionale, de
 $20^{\text{d}} 54' 45''$.

La hauteur méridienne du bord supérieur du Soleil fut observée le 23 Mai, de $62^{\text{d}} 14' 57''$, ce qui donne la hauteur de son centre, de $61^{\text{d}} 59' 5''$, plus petite seulement de 6 minutes que celle d'Arcturus, ce qui rend cette observation très-favorable pour cette recherche, parce que non-seulement Arcturus avoit passé ce jour-là par le Méridien dans la même ouverture de la Lunette que le Soleil, mais même il avoit rencontré le fil vertical à une distance peu considérable de l'endroit par où les bords du Soleil avoient passé; de sorte que quand ce fil n'auroit pas été exactement dans la direction du Méridien, il ne pouvoit en résulter aucune erreur sensible dans l'intervalle entre les passages de cette Etoile & du Soleil, qui mesure leur différence en ascension droite.

Le 25 Mai suivant, le passage d'Arcturus fut observé $9^{\text{h}} 47' 34''$ après le Soleil, dont retranchant $4^{\text{h}} \frac{1}{2}$ pour l'accélération de la Pendule pendant cet intervalle, à raison de 11 secondes pour 24 heures, on aura la différence d'ascension droite entre Arcturus & le Soleil, de $9^{\text{h}} 47' 29'' \frac{1}{2}$ réduite au temps vrai.

La hauteur méridienne apparente du bord inférieur du Soleil fut observée ce jour-là, de $62^{\text{d}} 4' 0''$, ce qui donne la hauteur de son centre, de $62^{\text{d}} 19' 53''$, plus grande de près de 15 minutes que celle d'Arcturus, au lieu que le 23 Mai elle étoit plus petite de 6 minutes, ce qui fait voir que le Soleil avoit passé précisément par le parallèle d'Arcturus dans l'intervalle entre ces observations.

J'ai cru devoir rapporter ici toutes les circonstances de ces observations, parce que comme elles doivent servir de fondement pour une recherche qui demande une grande précision, on sera plus en état de juger de celle que l'on en doit attendre.

Réduisant en degrés les différences que l'on vient de déterminer entre l'ascension droite d'Arcturus & celle du Soleil, à raison de 360 degrés pour 24 heures, on aura cette diffé-

rence le 23 Mai, de $148^{\text{d}} 53' 13''$, à $9^{\text{h}} 55' 32'' 52'''$, & le 25 Mai, de $146^{\text{d}} 52' 23''$, à $9^{\text{h}} 47' 29'' \frac{1}{2}$, temps vrai du passage d'Arcturus par le Méridien dans ces deux observations.

Calculant pour les mêmes temps l'ascension droite du Soleil par mes Tables, je l'ai trouvée dans la première observation, de $61^{\text{d}} 17' 42''$, & dans la seconde, de $63^{\text{d}} 18' 28''$; l'ajoutant à la différence que l'on vient de déterminer, on aura par l'observation du 23 Mai, l'ascension droite d'Arcturus, de $210^{\text{d}} 10' 55''$, & par celle du 25 Mai, de $210^{\text{d}} 10' 51''$, avec une différence seulement de l'une à l'autre, de 4 secondes.

On a employé dans la recherche de l'ascension droite de cette Etoile, la méthode qui consiste à réduire en degrés la différence entre l'ascension droite de l'Etoile & du Soleil, à raison de 360 degrés pour 24 heures, & à y ajouter l'ascension droite du Soleil pour le temps vrai du passage de l'Etoile par le Méridien; mais comme cette méthode, quoiqu'exacte dans la théorie, peut être susceptible de quelque erreur dans la pratique, à cause de quelque irrégularité de la Pendule dans le retour du Soleil au Méridien, nous avons jugé à propos d'y employer aussi une autre méthode, suivant laquelle on calcule l'ascension droite du Soleil pour le midi du jour proposé, que l'on ajoute à la différence entre l'ascension droite de l'Etoile & celle du Soleil, qu'on a réduite en degrés, à raison de 360 degrés, pour le temps que l'Etoile a employé à retourner au Méridien.

Quoique ces deux méthodes paroissent revenir précisément au même, cependant comme dans la première on emploie le retour du Soleil au Méridien d'un jour à l'autre, & dans la seconde, le retour de l'Etoile à ce Méridien, qui arrivent dans des heures différentes, on doit trouver quelque différence dans le résultat, lorsqu'il y a dans le mouvement de la Pendule quelque irrégularités qui ne sont pas les mêmes dans ces différents intervalles, & nous avons cru qu'on ne devoit rien négliger pour s'assurer de la différence véritable en

ascension droite entre Arcturus & le Soleil, qui résulte de cette observation.

Ayant donc pris la différence entre le passage d'Arcturus par le Méridien, observé le 23 Mai 1672, à $9^h 55' 46''$, & le 25, à $9^h 48' 4''$, on aura $7' 42''$ dont cette Etoile a avancé dans l'espace de deux révolutions, ce qui donne la révolution journalière, de $23^h 56' 9''$ à la Pendule, qui accéléroit par conséquent de 5 secondes sur le moyen mouvement; & réduisant la différence entre le passage d'Arcturus & du Soleil observée de $9^h 55' 37''$ en degrés, à raison de 360 degrés pour $23^h 56' 9''$, on a leur différence d'ascension droite, de $149^d 18' 13''$, qui étant ajoutée à l'ascension droite du Soleil, calculée pour le midi du 23 Mai, de $60^d 52' 43''$, donne celle d'Arcturus, de $210^d 10' 56''$, à une seconde près de celle que l'on avoit déterminée par la première méthode.

Réduisant pareillement en degrés la différence entre le passage d'Arcturus & du Soleil, observée le 25 Mai de $9^h 47' 34''$, on a leur différence d'ascension droite de $147^d 17' 8''$, qui étant ajoutée à l'ascension droite du Soleil pour le midi du 25 Mai, calculée de $62^d 53' 43''$, donne l'ascension droite d'Arcturus de $210^d 10' 51''$, précisément de la même quantité qu'on l'avoit trouvée par la première méthode; ce qui fait voir que le mouvement de la Pendule dans l'intervalle entre ces observations a été réglé & uniforme.

Si j'avois employé d'autres Tables que les miennes dans le calcul de l'ascension droite du Soleil, j'aurois pu trouver celle d'Arcturus plus grande ou plus petite de quelques secondes que je ne l'ai déterminée, mais la différence en ascension droite, dont on a seulement besoin dans cette recherche, auroit toujours été d'une quantité égale dans les observations du 23 & du 25 Mai, parce que les éléments dont les Astronomes se servent présentement pour calculer le vrai lieu du Soleil & son ascension droite, ne diffèrent pas assés les uns des autres pour produire une différence sensible dans l'intervalle de deux jours qui se sont écoulés entre ces observations.

Prenant un milieu entre ces deux déterminations, on aura l'ascension droite d'Arcturus le 24 Mai 1672, de $210^{\text{d}} 10' 53'' \frac{1}{2}$, par le moyen de laquelle & de sa déclinaison déterminée ci-dessus de $20^{\text{d}} 54' 45''$, on trouvera, en supposant l'obliquité de l'Ecliptique de $23^{\text{d}} 29' 0''$, telle qu'elle étoit alors, sa longitude de $61^{\text{d}} 19^{\text{d}} 39' 37''$, & sa latitude septentrionale de $30^{\text{d}} 57' 26''$.

Ayant ainsi établi le vrai lieu d'Arcturus pour la fin de Mai de l'année 1672, j'ai essayé d'en déduire le mouvement des Etoiles fixes par les observations que j'en ai faites cette année dans la même saison & dans le temps où le Soleil s'est trouvé dans le même parallèle avant & après.

Ces observations ont été faites au nombre de six dans l'espace de sept jours, y en ayant eu cinq consécutives. J'ai eu aussi l'avantage d'observer le Soleil par le même Quart-de-cercle fixe à son passage par le Méridien tous les jours depuis le 18 jusqu'au 25 Mai, à la réserve d'un seul, ce qui m'a donné le moyen d'employer les deux méthodes que j'ai expliquées ci-dessus pour déterminer l'ascension droite de cette Etoile.

Le passage d'Arcturus par le fil vertical de la Lunette du Quart-de-cercle fixe placé dans le Cabinet de la Tour orientale de l'Observatoire, a été observé

• Le 18 Mai à	$10^{\text{h}} 22' 43''$
Le 20	$10 \quad 14 \quad 36$
Le 21	$10 \quad 10 \quad 33$
Le 22	$10 \quad 6 \quad 30$
Le 23	$10 \quad 2 \quad 26$
Et le 24.	$9 \quad 58 \quad 20 \frac{3}{4}$

En comparant ensemble ces observations, on voit que dans les cinq premières la Pendule a eu un mouvement uniforme, & qu'il n'y a que la dernière où elle ait paru retarder davantage qu'à l'ordinaire.

A l'égard du passage du centre du Soleil par le même fil

vertical, déduit de celui des bords, il a été observé

Le 18 Mai à	0 ^h 0' 25" $\frac{1}{4}$
Le 19	0 0 20 $\frac{1}{2}$
Le 20	0 0 15 $\frac{3}{4}$
Le 21	0 0 11
Le 22	0 0 8
Le 24	0 0 0
Et le 25	11 59 54

Dans les quatre premières de ces observations le retardement de la Pendule d'un jour à l'autre a été uniforme, & il y a eu quelques variations dans les trois autres, sur-tout dans la dernière du 25 Mai.

En comparant ensemble ces observations, on voit que le passage d'Arcturus a été observé le 18 Mai 10^h 22' 17" $\frac{3}{4}$ après celui du Soleil. Y ajoutant deux secondes à cause du retardement de la Pendule, qui du 18 au 19 Mai a été de 4" $\frac{3}{4}$, on aura la différence entre l'ascension droite d'Arcturus & celle du Soleil de 10^d 22' 19" $\frac{3}{4}$, qui, réduites en degré, font 155^d 34' 56". Les ajoutant à l'ascension droite du Soleil, qui au temps du passage de l'Etoile par le Méridien, étoit de 55^d 21' 8", on aura l'ascension droite d'Arcturus le 18 Mai 1738 de 210^d 56' 4".

Le 20 Mai le passage d'Arcturus a été observé de 10^h 14' 20" $\frac{1}{4}$ après le Soleil. Y ajoutant deux secondes, on aura la différence entre l'ascension droite d'Arcturus & celle du Soleil, de 10^h 14' 22" $\frac{1}{4}$, ou 153^d 37' 37" $\frac{1}{2}$, qui étant ajoutée à l'ascension droite du Soleil, qui étoit alors de 57^d 20' 20", donne celle d'Arcturus de 210^d 55' 57" $\frac{1}{2}$.

Ces deux déterminations de l'ascension droite d'Arcturus, sont préférables à celles que l'on peut déduire par la seconde méthode, en employant l'intervalle de temps entre le retour d'Arcturus au Méridien, parce qu'on n'a pas observé le 17 & le 19 Mai, le passage de cette Etoile, pour en conclure la quantité exacte de sa révolution.

C'est

C'est par la même raison que nous avons préféré dans la suite la détermination qui résulte de la révolution d'Arcturus, depuis le 20 jusqu'à & compris le 24 Mai sans aucune interruption.

Dans l'observation du 21 Mai, le passage d'Arcturus est arrivé $10^h 10' 22''$ après celui du Soleil, ce qui, à raison de $23^h 55' 57''$, retour de cette Étoile au Méridien, du 20 au 21 Mai, donne leur différence en ascension droite, de $153^d 1' 19''$, qui, étant ajoutée à l'ascension droite du Soleil, calculée pour le 21 Mai à midi, de $57^d 54' 44''$, donne celle de l'Étoile, de $210^d 56' 3''$.

Dans l'observation du 22 Mai le passage d'Arcturus est arrivé $10^h 6' 14''$ après celui du Soleil, ce qui, à raison de $23^h 55' 57''$, retour de cette Étoile au Méridien entre le 21 & le 22 Mai, donne leur différence en ascension, de $152^d 1' 9''$, qui étant ajoutée à l'ascension droite du Soleil, calculée pour le 22 Mai à midi, de $58^d 54' 47''$, donne celle de l'Étoile, de $210^d 55' 56''$.

Dans l'observation du 23 Mai le passage d'Arcturus est arrivé $10^h 2' 22''$ après celui du Soleil, qui, suivant les observations du 22 & du 24 Mai, a dû passer par le fil vertical à $0^h 0' 4''$. Les convertissant en degrés, à raison de $23^d 55' 56''$, temps de la révolution de cette Étoile entre le 22 & le 23 Mai, on aura leur différence en ascension droite, de $151^d 1' 4''$, qui étant ajoutée à l'ascension droite du Soleil, calculée pour le 23 Mai à midi, de $59^d 54' 59''$, donne celle de l'Étoile de $210^d 56' 3''$.

Enfin on a observé le 24 Mai le passage d'Arcturus $9^h 58' 20'' \frac{3}{4}$ après celui du Soleil. Les convertissant en degrés, à raison de $23^d 55' 54'' \frac{3}{4}$, temps de la révolution de cette Étoile entre le 23 & le 24 Mai, on aura leur différence en ascension droite, de $150^d 0' 44''$, qui étant ajoutée à l'ascension droite du Soleil, calculée pour le 24 Mai à midi, de $60^d 55' 19'' \frac{1}{2}$, donne celle de l'Étoile, de $210^d 56' 3'' \frac{1}{2}$.

En comparant ensemble l'ascension droite d'Arcturus qui résulte de toutes ces observations, on trouve qu'il y en a

Mem. 1738.

N n

trois qui s'accordent dans la seconde, & que les plus éloignées ne diffèrent l'une de l'autre que de 8 à 9 secondes, ce qui est une précision au de-là de ce que l'on peut espérer dans ces sortes d'observations, où l'erreur d'une seconde dans le temps, en produit une de 15 secondes de degré dans la détermination de l'ascension droite des Étoiles.

Prenant un milieu, on aura l'ascension droite d'Arcturus à la fin de Mai 1738, de $210^{\text{d}} 56' 1''$, qui ne diffère que d'une seconde de celle qui résulte du calcul fait suivant la première méthode.

Il est à propos de faire remarquer que dans l'observation des 20, 21 & 24 Mai, on a eu soin de diriger la Lunette du Quart-de-cercle fixe, de manière que cette Étoile passât par le même endroit du fil vertical que les bords du Soleil, afin d'éviter l'erreur qui auroit pu être causée par l'inclinaison du fil vertical, s'il en avoit eu quelque-une à l'égard de la direction du Méridien. On eut aussi attention de laisser la Lunette immobile le 22 & le 23 Mai, jours auxquels Arcturus étoit à peu-près dans le même parallèle que le Soleil, de peur qu'il n'arrivât dans la direction, quelque variation, en l'élevant ou l'abaissant pour observer quelques autres Étoiles. On eut encore la précaution de placer ces jours-là dans la Boîte de la Pendule, un Thermometre de M. de Reaumur, que l'on observa en différens temps de la journée, dont la variation n'excéda pas un degré depuis le 22 jusqu'au 23 Mai, mais qui s'éleva de 3 degrés jusqu'au 25 Mai, ce qui peut être la cause de l'irrégularité qui fut observée depuis le 24 jusqu'au 25 du même mois dans le mouvement de la Pendule, qui a du retarder à cause de son allongement produit par l'augmentation de la chaleur. Enfin pour s'assurer si la Pendule avoit un mouvement uniforme pendant les 24 heures, on avoit placé à côté une autre Pendule, que l'on eut soin de comparer en diverses heures du jour avec celle dont on s'étoit servi pour l'observation, & qui s'y est accordée avec toute la précision possible.

La hauteur méridienne d'Arcturus fut observée le 18 &

le 20 Mai, de $61^{\text{d}} 44' 10''$, ce qui donne sa déclinaison de $20^{\text{d}} 33' 50''$.

L'ascension droite & la déclinaison d'Arcturus étant ainsi déterminées, on a calculé, en supposant l'obliquité de l'Ecliptique de $23^{\text{d}} 28' 30''$, telle qu'elle a été déterminée par les observations faites au Perou, sa longitude, que l'on a trouvée de $61^{\text{d}} 26' 34' 45''$ avec une latitude septentrionale de $30^{\text{d}} 55' 26''$.

Suivant les observations de mon Pere, faites en 1672, on a trouvé la longitude d'Arcturus de $61^{\text{d}} 19' 39' 36''$. La différence est de $55' 9''$, qui étant partagée par 66 années, intervalle entre ses observations & les nôtres, donne le mouvement annuel des Etoiles fixes, de $50'' 8'''$.

Si l'on examine de même ce qui résulte des observations d'Arcturus faites par M. Picard en 1669, on trouvera, en prenant un milieu entre ces différentes déterminations, l'ascension droite de cette Etoile, de $210^{\text{d}} 9' 2''$.

A l'égard de sa déclinaison, comme elle n'a pas été observée alors, nous la déduirons de l'observation de 1672, où elle a été trouvée de $20^{\text{d}} 54' 45''$, auxquels il faut ajouter $1' 57''$ dont elle s'est approchée de l'Equateur dans l'espace de trois ans, & on aura sa déclinaison en 1669, de $20^{\text{d}} 55' 42''$, qui ne diffère que de 9 secondes de celle que M. de la Croyere a déduite des Tables de M. de la Hire.

L'ascension droite & la déclinaison d'Arcturus étant ainsi déterminées, nous avons, en supposant l'obliquité de l'Ecliptique de $23^{\text{d}} 29' 0''$, telle que nous l'avions employée dans l'observation de 1672, trouvé sa longitude de $61^{\text{d}} 19' 37' 18''$, & sa latitude de $30^{\text{d}} 58' 4''$.

Suivant nos observations la longitude d'Arcturus étoit en 1738 de $61^{\text{d}} 20' 34' 45''$. Le mouvement de cette Etoile en longitude a donc été de $57' 27''$ en 69 années, ce qui est à raison de $49'' 57'''$ par année, & s'éloigne de 11 tierces seulement de celui qui résulte des observations de mon Pere.

Comme le mouvement annuel d'Arcturus que nous venons de déduire, tant des observations de M. Picard que de

celles de mon Pere, excède de plus d'une seconde de degré celui que M. de la Croyere avoit déterminé par les observations de M. Picard, qu'il avoit comparées aux siennes après un intervalle de 55 années, en y employant le lieu du Soleil qui résultoit des Tables de M. de la Hire; j'ai cru devoir me servir des mêmes Tables pour déterminer la longitude d'Arcturus qui résulte des observations de mon Pere & des siennes; & quoique suivant ces dernières Tables, le lieu du Soleil fut plus avancé d'une demi-minute ou environ que suivant les nôtres, je n'ai trouvé qu'une seconde dans la différence d'ascension droite qui en résulte, ce qui fait voir que les différentes Tables que l'on peut employer pour cette recherche, ne font pas paroître le mouvement des Etoiles fixes plus ou moins grand.

Mais comme l'on pourroit attribuer la différence qui se trouve entre ces différentes déterminations du mouvement des Etoiles fixes à quelques variations dans celui du Soleil, qui n'emploie peut-être pas toujours le même intervalle de temps à retourner au même point de son orbe, j'ai cherché s'il y avoit dans nos journaux quelques observations d'Arcturus qui ayent été faites dans les mêmes circonstances, & j'en ai trouvé une de feu M. Maraldi, du 23 Mai 1695.

La hauteur méridienne du bord supérieur du Soleil fut observée ce jour-là de $62^{\text{d}} 7' 10''$, ce qui donne la hauteur de son centre de $61^{\text{d}} 51' 20''$, éloignée seulement de 6 minutes de celle d'Arcturus, qui fut trouvée de $61^{\text{d}} 57' 30''$; ce qui rend cette observation, comme on l'a remarqué ci-dessus, favorable pour cette recherche.

Le passage du centre du Soleil par le fil vertical du Quart-de-cercle fixe qui est dans la Tour supérieure occidentale de l'Observatoire, fut observé le 23 Mai à $0^{\text{h}} 2' 10''$, & le jour suivant à $0^{\text{h}} 2' 27''$, ce qui donne l'accélération de la Pendule, de 17 secondes en 24 heures.

La différence entre le passage d'Arcturus & celui du centre du Soleil, fut trouvée de $9^{\text{h}} 58' 59''$, dont il faut retrancher $7'' 5'''$, pour avoir leur distance véritable en ascension

droite, de $9^h 58' 51'' 55'''$, qui, converties en degrés, font $149^d 42' 59''$. Y ajoutant l'ascension droite du Soleil qui, au temps du passage d'Arcturus par le Méridien, étoit de $60^d 43' 57''$, on aura l'ascension droite d'Arcturus, de $210^d 26' 56''$.

On aura aussi par le moyen de la hauteur méridienne de cette Etoile, observée de $61^d 57' 30''$, sa déclinaison septentrionale, de $20^d 47' 10''$, & supposant l'obliquité de l'Ecliptique, de $23^d 28' 50''$, telle qu'elle l'étoit alors, on aura sa longitude de $61 19^d 59' 11''$, & sa latitude septentrionale de $30^d 57' 3''$. Nous avons trouvé en 1738, cette longitude de $61 20^d 34' 45''$, la différence est de $35' 42''$, qui, étant partagée par 43 années, intervalle entre les observations de 1695 & de 1738, donne son mouvement annuel de $49'' 49'''$, plus petit de $19'''$ que celui que nous avons déterminé; ce qui pourroit faire soupçonner que le mouvement du Soleil ou celui d'Arcturus n'ont pas été uniformes, si l'on pouvoit s'assurer dans la comparaison de ces observations, d'être arrivé à la précision de 13 ou 14 secondes de degré, qui causent toute cette différence.

Après avoir déterminé le mouvement d'Arcturus en longitude, de la manière que je l'ai rapporté, j'ai examiné s'il y avoit parmi nos observations, quelques autres Etoiles observées dans le même parallèle que le Soleil, ou à peu-près, & j'en ai trouvé une faite en 1695 par le Quart-de-cercle fixe de la Tour occidentale, de la Luifante de l'Aigle, dont la hauteur méridienne fut observée le 2 Septembre, de $49^d 18' 0''$, peu différente de celle du bord supérieur du Soleil, qui étoit ce jour-là de $49^d 15' 0''$, ce qui rend cette observation favorable pour la recherche du mouvement des Etoiles fixes.

Le passage du centre du Soleil par le fil vertical de la Lunette, fut déterminé le 2 Septembre 1695 à $0^h 0' 14''$, & le 3 Septembre à $0^h 0' 6''$, avec une différence de $8''$, dont la Pendule a retardé dans l'espace de 24 heures.

On observa aussi la différence entre le passage du Soleil

& celui de l'Aigle, de $8^h 48' 4''$, auxquelles il faut ajouter $2' 56''$, à cause du retardement de la Pendule, & l'on aura $8^h 48' 6'' 56'''$, qui, converties en temps, donnent leur différence en ascension droite, de $13^d 1' 44''$. Y ajoutant l'ascension droite du Soleil, qui, au temps du passage de l'Aigle par le Méridien, étoit de $161^d 57' 23''$, on aura l'ascension droite de l'Aigle de $293^d 59' 7''$.

La déclinaison de cette Etoile déduite de l'observation de sa hauteur méridienne, étoit alors de $8^d 1' 20''$, & supposant l'obliquité de l'Ecliptique de $23^d 29' 0''$, on trouvera la longitude de cette Etoile, de $91^d 27^d 29' 40''$, & sa latitude boréale de $29^d 20' 24''$.

Le passage du centre du Soleil par le fil vertical de la Lunette du Quart-de-cercle fixe du cabinet de la Tour orientale, a été observé le 31 Aout 1737 à $11^h 57' 15''$, & le 2 Septembre à $11^h 55' 51' \frac{1}{2}$, ce qui donne le retardement de la Pendule, de $1' 23'' \frac{1}{2}$ en deux jours, & le passage du Soleil pour le 1.^{er} Septembre à $11^h 56' 33' \frac{1}{4}$. La différence entre ce passage & celui de l'Aigle, qui a été observée le 1.^{er} Septembre à $8^h 50' 39' \frac{1}{2}$, a donc été de $8^h 54' 6' \frac{1}{4}$, auxquelles il faut ajouter $15'' \frac{1}{2}$ pour le retardement de la Pendule, & on aura la différence entre l'ascension droite du Soleil & celle de l'Aigle, de $8^h 54' 21'' \frac{3}{4}$, qui, converties en degrés, font $133^d 35' 25''$. Y ajoutant l'ascension droite du Soleil, qui, au temps du passage de l'Aigle par le Méridien, étoit de $160^d 54' 14''$, on aura celle de l'Aigle, de $294^d 29' 31''$.

La déclinaison de cette Etoile, déduite de sa hauteur méridienne observée de $49^d 23' 0''$, étoit de $8^d 12' 20''$, & supposant l'obliquité de l'Ecliptique, de $23^d 28' 30''$, on trouvera sa longitude de $61^d 28^d 4' 31''$, & sa latitude septentrionale de $29^d 19' 50''$. On avoit déterminé en 1695 la longitude de cette Etoile de $61^d 27^d 29' 6'' \frac{1}{2}$. La différence est de $35' 4'' \frac{1}{2}$, qui, étant partagée par 42 années, intervalle entre les observations de 1695 & de 1737, donne le mouvement annuel de l'Aigle, de $50'' 6'''$, peu différent

de celui que l'on a trouvé par les observations d'Arcturus.

On voit par la comparaison de ces observations, qu'il y a un plus grand accord dans le mouvement des Etoiles fixes qui résulte des observations modernes, que dans celui que l'on a trouvé par les observations anciennes, ce qui sembleroit devoir donner la préférence aux modernes, si l'on étoit assuré que la variation de l'obliquité de l'Ecliptique, que nous avons supposée d'une demi-minute dans l'intervalle entre nos observations, fût toujours constante, & que la Terre ou le Soleil employât toujours le même intervalle de temps à retourner au même point du Ciel.

C'est dans ce dessein que nous nous proposons d'observer, comme nous l'avons déjà fait, la différence d'ascension droite entre diverses Etoiles fixes & le Soleil lorsqu'il est dans le même parallèle, afin que l'on puisse les comparer, tant avec celles que l'on a faites jusqu'à présent dans les mêmes circonstances, qu'avec celles que l'on fera dans la suite, pour déterminer avec encore plus d'évidence le mouvement apparent des Etoiles fixes, dont la connoissance est, pour ainsi dire, la base & le fondement de l'Astronomie, puisque n'y ayant point dans le Ciel de points fixes visibles, il est nécessaire de rapporter à ces Etoiles le mouvement de toutes les autres Planetes.



*SUR DU SEL DE GLAUBER
TROUVE' DANS LE VITRIOL
SANS ADDITION DE MATIERE ETRANGERE.*

Par M. HELLOT.

23 Mai
1738.

LE Vitriol verd ou ferrugineux est un Sel si connu que je suis dispensé de le décrire. On sçait qu'il est formé par l'union de l'acide sulphureux des Pyrites au fer qu'on lui donne à dissoudre, pour en avoir un Sel en forme concrète : c'est du moins de cette manière qu'on prépare celui d'Angleterre, qui, de tous les Vitriols, est le plus ferrugineux. On sçait aussi que ce Sel contient un principe sulphureux, soit que son acide l'ait retenu des Pyrites, soit qu'il l'ait pris dans le fer ; puisque quand on le distille, il s'échappe par les jointures des vaisseaux une odeur de soufre brûlant très-pénétrante.

Il y a aussi des Vitriols, celui de Suede, par exemple, qui peuvent être alumineux, puisque la marcassite jaune & dorée de celui-ci, donne d'abord du soufre par distillation, ensuite du Vitriol par lessive, lorsque le résidu du soufre a été longtemps exposé à l'air ; & enfin, de l'Alun, par le moyen de l'urine & d'une lessive de cendres qu'on fait bouillir avec l'eau-mere de ce Vitriol.

*Mem. sur le
Vitriol. Mem.
de l'Ac. 1735.*

M. Lemery a fait voir qu'après une distillation modérée du Vitriol verd, on retire de son colcothar par des lessives, un Sel de la nature de l'Alun. J'y trouve de plus une terre cristalline qui se vitrifie, & ce qui est le principal objet de ce Mémoire, un Sel de Glauber bien caractérisé.

*Mem. sur les
Eaux de Soufre,
antéc. 1729,
page 266.*

Si, selon M. Boulduc, on peut soupçonner du Sel de Glauber par-tout où il y a du Sel marin, on peut à plus forte raison soupçonner qu'il y a eu du Sel marin par-tout où il y aura du Sel de Glauber : donc le Sel marin est actuellement, ou a pu être

pu être originairement, dans le Vitriol verd d'Angleterre; car c'est dans ce Vitriol que j'ai trouvé du Sel de Glauber. N'ayant point examiné les autres Vitriols dans cette vûë, je ne puis affûrer s'ils en contiennent ou non.

Tous les Chymistes sçavent que ce qu'on nomme *Sel de Glauber*, est un Sel concret composé de l'acide vitriolique & de la base du Sel marin, quelle qu'elle soit, terreuse ou saline. Ils sçavent aussi que tout autre acide uni à cette base, ou toute autre base unie à l'acide vitriolique, ne formera jamais le Sel en question. Ainsi, si je fais voir du Sel de Glauber dans le Vitriol, j'aurai démontré qu'il contient du Sel marin, ou, du moins, qu'il en contient la base. Il n'y auroit rien de singulier dans cette découverte, si l'on pouvoit par des expériences rendre incontestable le sentiment de Beccher, qui prétend que tous les Sels doivent leur origine au Sel de la Mer.

M. Lémery pour avoir un Sel alumineux ne pousse pas la distillation du Vitriol à l'extrême, afin de conserver l'acide engagé dans la terre avec laquelle il doit former ce Sel, & de le retirer ensuite par lessive. Pour moi j'ai fait la distillation du Vitriol par un feu de fonte de quatre jours & quatre nuits, dont la violence équivaloit à une distillation continuée pendant sept ou huit jours, telle que Kunckel la prescrit pour dépouiller entièrement le Vitriol de son acide, en sorte que de ce qui reste dans la cornuë, on ne pût retirer que peu ou point de Sel.

J'avois pris près de dix-huit livres de Couperose verte d'Angleterre. Ce Vitriol avoit été calciné jusqu'au rouge, & réduit par cette calcination à six livres. Ces six livres avoient repris en deux jours, quoique mises dans un pot couvert, près de neuf onces d'humidité; ainsi, j'avois mis dans une cornuë d'Allemagne, six livres neuf onces de matière. Le feu violent qu'on a entretenu dessous, a si bien chassé tout l'acide de ce colcothar, que du *caput mortuum* noir & dur qui m'est resté, je n'ai pû retirer par des lessives & des digestions longues & répétées, que deux onces &

Je fis voir au mois d'Août dernier le produit de cette distillation. C'est une huile de Vitriol glaciale, qui s'est trouvée toute entière en forme cristalline & noire, dans les deux vaisseaux enfilés qui servoient de récipient à la cornuë. A la vérité, j'en avois séparé neuf à dix onces de flegme insipide qui avoit distillé dans un premier récipient ajusté pour le recevoir, & auquel je substituai les deux autres, aussi-tôt qu'il parut des vapeurs blanches.

La réussite de cette opération, qui donne une huile de Vitriol toute glaciale & sans liqueur, dépend des précautions qu'on prend pour empêcher que les vapeurs acides, chassées par le feu d'un Vitriol calciné au rouge, n'ayent de communication avec l'air extérieur pendant la distillation; car alors elles attireroient de l'air un flegme qui les entretiendrait liquides dans le récipient. Il faut que ce récipient soit assés éloigné du fourneau pour qu'il puisse rester froid, afin que les vapeurs s'y condensent. Il faut aussi qu'il y ait de l'espace pour qu'elles puissent s'étendre, & pour que les explosions sulphureuses qui partent de temps en temps de la cornuë, ne rompent pas les vaisseaux; car quoique la calcination précédente du Vitriol en ait chassé le plus volatile, il y reste encore assés de principes inflammables, ne fût-ce que celui du Fer, pour que l'acide qui se dégage, forme avec lui un soufre, ou, au moins, un mélange qui seroit inflammable comme le Soufre commun, s'il n'étoit pas surchargé d'acide.

Je n'ai point trouvé de meilleur moyen pour réussir, que d'adapter au col de la cornuë, un récipient à deux cols, & au col inférieur de ce récipient, un grand balon; c'est ce que je nomme *Vaisseaux enfilés*.

Cette huile glaciale est très-difficile à retirer du balon, parce qu'aussi-tôt que l'air la frappe, il en sort des vapeurs sulphureuses si épaisses, qu'on est obligé de poser le vaisseau sur quelque appui, dans un endroit plus élevé que la tête; sans quoi il ne seroit pas possible de s'y tenir exposé pendant une minute, sans être suffoqué.

L'huile glaciale est noire, parce que les vapeurs acides emportent avec elles un peu de cette matière huileuse dont le Vitriol est rarement exempt, & qu'on trouve toujours après les solutions & cristallisations répétées de ce Sel, dans une eau-mère qui ne se cristallise plus. Or on sçait que la plus petite portion de matière inflammable noircit assez vite l'huile de Vitriol blanche la mieux rectifiée. L'acide vitriolique, quand il est chassé par un grand feu, élève aussi des parties ferrugineuses, ou qui peuvent le devenir. On les démontre aisément dans l'huile de Vitriol commune & noire, ou dans ces cristaux noirâtres de l'huile glaciale, si on les dissout dans une grande quantité d'eau distillée; car au bout de sept à huit jours de digestion, il s'en précipite une poudre ou sédiment en flocons, qui, calciné à feu violent, a des parties attirables par l'Aimant; récalciné avec de la Cire, il est presque tout Fer.

Outre la matière huileuse & cette portion de Fer, l'huile de Vitriol emmene encore avec elle dans la distillation, une terre blanche, pesante & de nature cristalline, que l'esprit de Vin sépare de cet acide le mieux rectifié. J'en ai parlé dans mes observations sur l'Æther, imprimées à la fin du Mémoire de M.^{rs} du Hamel & Grosse, sur cette liqueur spiritueuse. On trouve une semblable terre pesante dans le Sel extrait par lessive du *caput mortuum* de l'huile glaciale, ainsi que je le dirai incessamment en parlant de ce Sel.

Caneparius, dans son *Traité de Atramentis*, donne un prétendu moyen de dulcifier l'huile de Vitriol, en la cohobant plusieurs fois sur le Sel du colcothar. Je n'ai pas préparé le Vitriol par des solutions, filtrations & cristallisations répétées, comme il le prescrit, parce que cette préparation ne sert qu'à séparer du Vitriol, des terres inutiles, & à rendre l'acide plus facile à s'élever dans la distillation. Ce que la distillation donne à *Caneparius*, n'étant qu'une huile de Vitriol, j'en avois de très-rectifiée, & acide pour acide, je crus que la mienne valoit bien celle de sa préparation. Il s'agissoit de sçavoir si la dulcification étoit véritable, & de quelle manière

*Mémoires
de l'Académie;
ann. 1734.*

elle se faisoit ; car l'Auteur que je cite , ne s'explique pas toujours avec beaucoup de clarté.

N'ayant point alors de Sel de colcothar tout préparé , je fis la lessive du *caput mortuum* noir de mon huile de Vitriol glaciale. Je le tenois exposé à l'air depuis six mois dans une cucurbite de verre. J'en eus une liqueur saline , qui en se concentrant par évaporation sur le bain de sable , devint verte , & que je n'ai jamais pu cristalliser. Les premières pellicules salines avoient un goût terreux , stiptique & tirant un peu sur le salé. Elles se précipitèrent d'elles-mêmes , & il leur en succéda d'autres , qui , à la longue , devinrent légèrement acides. Ayant entièrement desséché cette liqueur saline , j'en mis une once à part pour l'examiner , comme je le dirai. Sur l'once & demie qui restoit & que j'avois fait entrer dans une cornue , je versai quatre onces d'huile de Vitriol blanche ; mais comme les acides trop concentrés dissolvent mal-aisément les Sels , je fus obligé d'ajouter une once d'eau pour achever la solution de celui-ci , encore ne fut-elle pas complète.

J'ai tenu ce mélange en digestion pendant 20 jours , parce que la digestion devoit , dit l'Auteur , opérer un commencement de dulcification. L'huile de Vitriol prit sur ce Sel une couleur verte , marque qu'il y restoit des parties métalliques à dissoudre. Je la distillai ensuite à feu doux , pour en séparer le flegme ; puis à feu fort , pour faire monter l'acide. J'eus dès cette première distillation une huile de Vitriol aussi acide que je l'avois employée , mais beaucoup plus sulfureuse.

La même huile de Vitriol ayant été reversée sur ce Sel avec une partie du flegme , elle s'échauffa si fort , que je ne pouvois pas tenir le vaisseau ; ce qui n'étoit pas arrivé , du moins si sensiblement , dans le temps du premier mélange : ainsi , il paroissoit déjà par cette première épreuve , que l'huile de Vitriol s'y étoit concentrée bien loin de s'adoucir. Les cohobations suivantes l'ont encore rendu plus acide , & même à tel point , qu'ayant voulu la goûter avec le bout d'une paille , elle me brûla la langue , & m'y fit un petit escarre.

J'ai dit qu'au premier mélange de l'huile de Vitriol & du

Sel de mon *caput mortuum*, cette liqueur acide devient verte. Dans les cohobations, elle prend une couleur bleuë; ce qui pourroit faire soupçonner une portion de Cuivre dans ce *caput mortuum*. Cependant le Vitriol que j'avois fait calciner, étoit du Vitriol d'Angleterre, martial par conséquent. Mais Kunckel prouve par des expériences, qui la plupart ont été vérifiées, que ce qui donne en partie la couleur verte au Vitriol, est la portion de Cuivre qui est toujours mêlée avec le Fer, même dans le Vitriol d'Angleterre. Il prouve encore plus, c'est que d'un Vitriol martial imité, c'est-à-dire, fait avec la limaille de Fer la plus pure & l'huile de Vitriol la mieux rectifiée, on peut séparer une petite portion de Cuivre. Je ne rapporterai point ici le détail de ces expériences. On les trouve dans le chapitre 10.^{me} de la seconde partie du Laboratoire Chymique de cet Auteur. Il en conclut, qu'il n'y a point de Fer sans Cuivre, & dans un autre endroit, par d'autres essais, qu'il n'y a point de Cuivre sans Fer; mais il n'est pas question présentement de l'examen de ces deux propositions.

A la sixième cohobation, il m'est resté un sédiment salin, grenu & hérissé, au-dessus duquel il y avoit une petite sublimation jaune, assez semblable à celle des fleurs de Soufre. J'ai versé de l'eau tiède sur ce sédiment; elle a pris d'abord une couleur verte; & en digérant sur le sable, elle est devenue feuille-morte, & il s'en est précipité au fond une assez bonne quantité d'une poudre fort blanche, que j'en ai séparée en décantant la liqueur.

J'ai lavé cette poudre dans plusieurs eaux chaudes, où elle se précipitoit si vite, que son poids me fit croire qu'elle pourroit être mercurielle; mais elle ne jaunit point dans l'eau, comme fait le Mercure calciné par l'huile de Vitriol. Elle ne blanchit ni l'Or ni le Cuivre, elle les polit seulement comme feroit un sable fort fin. Broyée avec de la chaux d'Or, elle ne fait point d'amalgame; donc ce n'est pas du Mercure. Elle ne fermente ni avec l'esprit de Vitriol, ni avec l'huile de Tartre; donc elle n'est point de la nature des alcalis terreux, & n'a rien retenu de l'acide du Vitriol; mais avec un peu de Sel

de l'artre, elle se vitrifie à tres-grand feu : ainsi, c'est une terre cristalline, comme je l'ai dit au commencement de ce Memoire ; c'est une portion de ce *Quartz* ou *Fluor* qui accompagne toujours les matières métalliques, & qui, selon Beccher, est la matrice où se fait l'union des principes des Métaux.

A l'égard de la solution saline dont cette terre avoit été séparée, plus je l'ai fait digerer, plus elle est devenuë rougeâtre ; mais en refroidissant, elle reprend une belle couleur verte, qu'elle ne conserve que tant qu'elle est froide : car si on la fait tiédir de nouveau, elle reparoit rouge orangé ; alternatives qui se succèdent au chaud & au froid, tant qu'il y a de la liqueur dans le vaisseau : c'est qu'il y a dans cette liqueur saline, légèrement acide, une matière qui ne peut être tenue en dissolution, que tant que son dissolvant est dans un mouvement rapide. Aussi-tôt que ce mouvement est ralenti par le froid, cette matière se précipite sous la forme d'un sédiment en petits flocons rougeâtres très-fins, que le dissolvant reprend sans doute, quand on lui rend son mouvement précédent, puisqu'alors ce sédiment ne paroît plus.

Cette solution de Sel de colcothar acidulée, ayant été concentrée au poids de deux à trois onces, je l'ai versée par inclination dans un verre avec sa pellicule saline, qui s'est précipitée au fond, & j'ai couvert ce verre d'un papier.

Au bout de cinq semaines, il s'est formé au bas du verre & en haut contre ses parois, des cristaux vitrioliques allés gros & d'un fort beau verd. Ceux d'en haut ont commencé les premiers à se résoudre en un sédiment couleur de rouille, à mesure que la liqueur les a laissés à sec en s'évaporant, & ce sédiment a conservé une forme de végétation ; enfin il a paru des cristaux blancs transparents, dont j'ai détaché quelques morceaux pour les examiner.

Ces cristaux sont formés en colonnes quarrées, dont les extrémités sont taillées à facettes comme le Sel de Glauber. Ils ont comme lui, un goût amer, & laissent sur la langue une impression de fraîcheur ; de plus, ils se calcinent fort vite à l'air chaud : en un mot, ils ont des caractères qui les

sont reconnoître pour un véritable Sel de Glauber.

Je prouve incontestablement par cette expérience, que la base du Sel marin se trouve dans le Vitriol. On ne l'a pas apperçue jusqu'à présent (du moins je n'en ai trouvé la découverte annoncée par aucun Auteur) parce qu'on n'a pas pensé à la redissoudre par une addition d'acide vitriolique : car ce seroit inutilement qu'on la chercheroit dans le sel du colcothar ordinaire encore rouge & peu calciné ; ce Sel est vitriolique & rien de plus.

A la vérité, après avoir lessivé l'once de *caput mortuum* noir, que j'avois réservée, comme je l'ai dit plus haut, après en avoir séparé la terre cristalline & les sédiments en flocons jaunes ; après en avoir fait évaporer la solution à pellicule & l'avoir laissée pendant six semaines dans un verre, j'ai trouvé une très-petite portion de Sel ayant quelques caractères du Sel de Glauber, mais mal formé, confondu & presque recouvert par des cristaux vitrioliques verdâtres ; en sorte qu'il falloit être averti, comme je l'étois par l'expérience précédente, qu'on pourroit peut-être y en trouver, pour l'appercevoir : au lieu que dans l'autre verre contenant la solution du même Sel rechargé d'acide vitriolique, ces cristaux de Sel de Glauber sont bien formés & en grand nombre.

S'il y a du Sel marin dans le Vitriol, comme il est assez raisonnable de l'y soupçonner d'après les expériences précédentes, il y est en petite quantité. De plus, il ne paroît pas possible de l'y faire voir sous sa forme naturelle de cristaux cubiques, parce qu'il faudroit trouver le moyen de n'en pas séparer l'acide qui lui est propre pour former cette cristallisation. Or on sçait que cela est impossible par distillation, puisque par-tout où l'acide vitriolique se trouve mêlé avec d'autres acides ou avec des Sels qui ont leur acide particulier, il les chasse devant lui, parce qu'ils sont plus volatils, & il ne laisse en arrière que leur base. Si l'on verse de l'huile de Vitriol sur le Nitre, par exemple, ou sur le Sel commun ; après que l'esprit de Nitre ou l'esprit de Sel en ont été séparés, l'acide vitriolique, si l'on en a trop mis, passe dans le

recipient, & le reste de cet acide s'emparant de leur base, forme avec celle du Nitre, un Sel de *Duobus*, & avec celle du Sel commun, un Sel de Glauber. Dans ces deux cas, l'opération est prompte, parce que l'un & l'autre de ces Sels ont été exposés à nud à l'action de l'acide vitriolique, qui lui-même dégagé de ses propres terres, s'est trouvé en état d'agir immédiatement & sans obstacle.

Si au contraire l'acide vitriolique se trouve encore engagé dans ses bases naturelles, dans le Fer, dans une terre propre à faire de l'Alun; en un mot, si l'on employe le Vitriol en nature, alors son acide n'agira qu'à l'aide du feu ou de l'eau. On met le feu en usage, si l'on joint au Vitriol des Sels neutres, tels que le Salpêtre ou Sel marin, parce qu'il faut chasser l'acide de ceux-ci, pour avoir plutôt le Sel de *Duobus* ou le Sel de Glauber. On se sert simplement de l'eau, quand on mêle le Vitriol avec un Sel tout alcalisé, comme le Sel de Tartre ou la Potasse, ce qui donne un *arcanum duplicatum* après la précipitation de la partie métallique du Vitriol.

Pour rendre raison de tous ces changements dans les Sels, on dit ordinairement que la partie principale du Sel alcali, qui fait leur base, doit être considérée en elle-même comme neutre ou indifférente pour telle ou telle forme; & d'autant plus neutre, que violemment calcinée, elle aura moins conservé de ses premiers acides: d'où il s'ensuit qu'avec un Sel alcali bien calciné & de l'esprit de Nitre, on a du Salpêtre; avec le même alcali & de l'esprit de Sel, un Sel cubique; avec le même alcali & l'acide vitriolique, un Tartre vitriolé. On en doit tirer cette conclusion générale, que c'est dans les acides seuls que réside essentiellement l'aptitude pour telle ou telle forme; que ce sont eux qui modelent, pour ainsi dire, les figures, & que le Sel alcali est la terre molle qui les reçoit & qui les conserve.

Mais toute cette théorie générale ne peut se rapporter exactement qu'aux alcalis provenant des végétaux, tels que le Sel de Tartre, les Cendres gravelées, la Potasse. Il semble qu'il faille chercher une autre explication pour la base du Sel marin,

marin, qui paroît être d'un autre genre ; puisque si elle étoit semblable aux alcalis que je viens de nommer, elle ne prendroit pas avec l'acide vitriolique, la forme de Sel de Glauber, mais celle de Tartre vitriolé. De plus, elle a encore une propriété qui lui est essentielle ; c'est de forcer les acides qu'on lui rend, à reformer avec elle des Sels qui sont toujours ou cubiques ou quarrés. L'esprit de Nitre uni à la base du Sel marin, fait un Nitre quadrangulaire ; l'acide vitriolique joint à la même base, donne un Sel en colonnes quarrées, si on le fait cristalliser avec attention.

Il y a aussi quelque apparence que les parties constituantes de cette base ne peuvent se rejoindre & se toucher que par des points quand l'acide vitriolique s'est uni avec elles, & non par des surfaces, puisque la forme du Sel de Glauber est si aisée à détruire, puisque la moindre chaleur le calcine en une poudre fort fine, puisqu'un poids égal d'eau froide le dissout ; au lieu que le Tartre vitriolé reste constant à une chaleur douce, se délite & se feuillète à feu nud, & ne se tient en dissolution que dans l'eau chaude. De la différence si marquée de ces deux Sels moyens, qui ont tous deux pour acide celui du Vitriol, ne pourroit-on pas conclurre, ou du moins soupçonner, que la base du Sel marin n'est point un Sel alcali pur, comme M. Stahl l'a cru ? mais il n'a pas conduit cette base jusqu'à son dernier terme de décomposition. Peut-être que si elle y étoit portée par un feu violent, par des solutions, filtrations, cristallisations & calcinations répétées, on lui trouveroit tous les caractères d'une terre absorbante. C'est ce qui mérite un examen particulier. Mon objet étoit de profiter du hazard qui m'a fait trouver cette base dans le Vitriol ; & comme je suis persuadé qu'après ce que je viens de dire, on ne doutera pas qu'elle n'y soit, il ne me reste plus qu'à faire voir par quel moyen elle a pu s'y trouver à nud, & disposée à prendre la forme de Sel de Glauber par une nouvelle union avec l'acide vitriolique. Je suis obligé pour cela de rapprocher une partie de ce qui est dispersé dans ce Mémoire, & de le remettre sous un seul point de vûe.

Dans la distillation de l'huile glaciale de Vitriol, le feu extrême a chassé presque tous les acides, puisque du *caput mortuum* de 18 livres de Vitriol, je n'ai retiré que deux onces & demie de Sel, dont même près d'un sixième étoit une pure terre qui s'est précipitée d'elle-même. Si tout l'acide vitriolique a été chassé, l'acide du Sel marin, au cas qu'il fut dans le Vitriol joint à sa base, a dû être chassé le premier, puisqu'il est plus volatil que l'autre. Si l'acide du Sel marin n'étoit pas originairement dans le Vitriol, mais que dans le Vitriol il y eut déjà un Sel de Glauber tout formé, caché cependant & enveloppé par le Vitriol même; le feu violent a dû chasser l'acide vitriolique uni dans ce Sel à la base du Sel marin, soit par sa seule violence, soit à l'aide du principe inflammable emprunté du Fer. Or on sçait que toute matière qui contient ce principe inflammable, dégage l'acide vitriolique du Sel de Glauber ou du Tartre vitriolé, & en forme du Soufre, laissant dans certains cas la base de ces Sels à nud, dénuée de tout acide, & disposée à en reprendre. Cela supposé, par l'opération que je viens de décrire, la base du Sel marin se trouve dans ce cas; c'est-à-dire, qu'elle est libre de son premier acide, quel qu'il fut, soit vitriolique, soit celui du Sel marin; & quoiqu'elle soit encore mêlée avec des terres ferrugineuses propres à redevenir Vitriol, celles-ci sont en trop petite quantité pour l'envelopper entièrement. Il ne faut que leur rendre de l'acide vitriolique pour voir reprendre à ces terres ferrugineuses leur première forme de Vitriol, & à la terre du Sel marin celle de Sel de Glauber.

Il n'est question dans ce Mémoire que d'un seul fait; mais comme il m'a paru nouveau, j'ai cru devoir le rapporter, & tenter même de l'expliquer; ne fût-ce que pour faire voir que dans les Mixtes qu'on croit les moins composés, il se trouve souvent des matières dont l'existence n'y auroit pas été soupçonnée, parce qu'on n'auroit pu les découvrir par les opérations ordinaires.



R E M A R Q U E S
SUR LA JONCTION OU CONFLUENT
DES RIVIERES.

Par M. P I T O T.

I. **T**OUTES les observations & les remarques sur le cours des Fleuves & des Rivières, peuvent avoir des applications utiles; c'est dans cette vûë que j'expose ici quelques remarques que j'ai eu occasion de faire sur leurs jonctions ou confluent. 5 Juillet
1738.

Les directions des eaux de deux Fleuves qui se joignent, étant connues, avec leurs vitesses & les masses ou volumes d'eau de chaque Fleuve, je détermine la direction & la vitesse commune de leurs eaux.

II. La direction du courant des eaux du premier Fleuve $ACIH$, étant marquée par le côté AC de l'angle du confluent ACB , & la direction des eaux du second Fleuve $BCGF$, par le côté BC du même angle; il est évident que l'action ou effort réciproque des eaux de ces deux Fleuves, avant que de se mêler totalement pour former le seul Fleuve $IGEL$; il est, dis-je, évident que ces eaux prendront ensemble une direction commune & moyenne, telle que CE , c'est dans cette direction moyenne que se fait le plus grand effort réciproque des eaux.

III. Les efforts des eaux de chaque Fleuve sur la ligne de direction moyenne CE , sont en raison composée de celle des masses ou volumes d'eau, du carré de leurs vitesses & de la raison des sinus des angles d'incidence ACD & BCD .

IV. Je ne prends que la raison simple des sinus d'incidence, au lieu de la raison doublée, parce que ici, quel que soit le sinus d'incidence, les masses ou quantités d'eaux qui

300 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
font effort sur la ligne de la direction moyenne, font toujours les mêmes.

Je nomme m la masse ou volume d'eau du premier Fleuve $ACIH$, v sa vitesse, n la masse ou volume d'eau du second, & u sa vitesse. Je nomme b le sinus BM de l'angle du confluent ACB , c le cosinus CM du même angle, & x le sinus DO de l'angle ACD , qu'il faut déterminer pour avoir la direction moyenne DCE . Si l'on prend a pour le sinus total, le cosinus CO sera $\sqrt{(aa - xx)}$.

V. Le sinus d'incidence DO des eaux du premier Fleuve sur la ligne de la direction moyenne étant nommé x ; pour trouver le sinus d'incidence BN des eaux du second Fleuve sur la même ligne DCE , les Triangles semblables COD , CMP , donnent $CO \sqrt{(aa - xx)} : OD, x :: CM, c : MP \frac{cx}{\sqrt{(aa - xx)}}$. Donc $BP = b - \frac{cx}{\sqrt{(aa - xx)}}$. Les Triangles semblables COD , BPN , donnent cette autre proportion, $CD, a : CO \sqrt{(aa - xx)} :: BP, b - \frac{cx}{\sqrt{(aa - xx)}} : BN \frac{b\sqrt{(aa - xx)} - cx}{a}$.

Cela posé, l'effort de l'eau du premier Fleuve $ACIH$, sur la ligne CE de la direction moyenne, sera exprimé par $m v v x$, & celui du second Fleuve par $\frac{b n u u \sqrt{(aa - xx)} - c n u u x}{a}$.

Mais les efforts réciproques des eaux de chaque Fleuve étant en équilibre & égaux sur la ligne de la direction moyenne, on aura $m v v x = \frac{b n u u \sqrt{(aa - xx)} - c n u u x}{a}$; d'où l'on tire

$$x = \pm \frac{a b n u u}{\sqrt{(b b n n u u^4 + (a m v v + c n u u)^2)}}.$$

VI. Si l'angle du confluent est obtus, comme dans la seconde Figure, dans ce cas, en donnant aux lignes les mêmes noms que ci-dessus, & considérant les mêmes Triangles semblables COD , CMP & BPN , on aura $BP = b$

$\pm \frac{cx}{\sqrt{(aa-xx)}}$, & $BN = \frac{b\sqrt{(aa-xx)} + cx}{a}$; d'où enfin, en faisant le même calcul que ci-dessus, on tirera $x =$

$$\pm \frac{abnnu}{\sqrt{[bbnn^2 + (amvu - cnuu)^2]}}.$$

VII. Si l'angle du confluent étoit droit, alors BM seroit égal à BC , & le point M tomberoit en C , ce qui donneroit $b = a$, & $c = 0$; ainsi l'on auroit dans ce cas, $x =$

$$\pm \frac{anuu}{\sqrt{(anu^2 + mmv^2)}}.$$

VIII. Si les vîteses & les masses ou volumes d'eau des deux Fleuves, étoient égales, on auroit $x = \frac{ab}{\sqrt{[bb + (a \pm c)^2]}}$, & mettant pour bb & b , leurs valeurs $aa - cc$, & $\sqrt{(aa - cc)}$, on tirera $x = \pm \frac{\sqrt{(aa - cc)}}{2}$.

IX. Dans ce cas des deux Fleuves égaux en volumes d'eau & en vîteses, il est évident que la direction moyenne DCE doit partager également l'angle du confluent ACB ; ainsi $\frac{\sqrt{(aa - cc)}}{2}$ doit être le sinus de la moitié de l'arc AB , ce qu'on peut prouver aisément; car si au quarré de BM ou $bb = aa - cc$, on ajoute le quarré de AM , $a - c$, on aura le quarré de $AB = 2aa - 2ac$, dont le quart $\frac{aa - ac}{2}$ fera le quarré de AI . Donc, &c.

X. Si enfin l'angle du confluent étant droit, les deux Fleuves sont égaux en vîteses & volumes d'eau, on aura $x = \pm \frac{a}{\sqrt{2}}$, sinus de 45 degrés.

XI. Voyons présentement quelle doit être la vîtêse commune des eaux des deux Fleuves, après leur réunion en un seul. Pour cet effet, je fais ici une remarque importante sur toutes les eaux courantes.

Toutes les eaux courantes ne reçoivent leurs vitesses que de la chute ou de la pente sur laquelle elles coulent ; ainsi les contours & les changements de direction des plans inclinés ou lits sur lesquels les eaux coulent, ne changent rien à leurs vitesses. On peut donc détourner les eaux d'un Fleuve dans telle direction qu'on voudra, si le niveau de pente reste le même, la vitesse des eaux restera aussi la même ; d'où il suit enfin que la réunion des eaux de deux Fleuves, & leurs réactions sur la ligne de leur direction moyenne, ne changent rien à leurs vitesses.

XII. Il est à présent très-facile de déterminer la vitesse commune du composé des eaux des deux Fleuves. Soit τ , cette vitesse commune, la quantité de mouvement des eaux du premier Fleuve $ACIH$, est $m\tau$, produit de la masse ou volume d'eau par sa vitesse. Par la même raison, la quantité de mouvement des eaux du second Fleuve est $n\tau$, & la quantité de mouvement des eaux du Fleuve $IGEL$, composé des deux sera $(m+n) \times \tau$: Donc $(m+n) \times \tau = m\tau + n\tau$: Donc enfin $\tau = \frac{m\tau + n\tau}{m+n}$.

XIII. La vitesse moyenne du composé des eaux des deux Fleuves, n'a lieu que lorsque ces eaux sont parfaitement mêlées ensemble, ce qui n'arrive souvent qu'à une distance assez considérable au dessous du confluent : car, comme nous avons dit ci-dessus, les changements de directions des eaux courantes, ne changent rien à leurs vitesses, les eaux des deux Fleuves se détournent réciproquement sans se mêler que peu à peu, à moins qu'il n'y ait au confluent des inégalités de terrain, des pierres, des roches, &c. qui causent des bouillonnements & des tourbillons qui accélèrent & précipitent le mélange des eaux. Mais l'expérience fait voir que lorsqu'il n'y a pas de ces inégalités, & que les eaux ont un cours libre, elles descendent sans se mêler totalement ensemble, jusqu'à deux, trois, & même quatre lieues au dessous du confluent : que si les eaux des deux Fleuves ont

à peu-près la même vîtesse, & que le niveau de pente sur lequel elles coulent, soit uni & uniforme, elles pourroient couler jusqu'à plus de dix lieues au dessous du confluent sans être mêlées totalement, ce que l'on connoît souvent par les différentes couleurs des eaux.

ECLIPSES D'ALDEBARAN

PAR LA LUNE,

Observées à Paris pendant l'année M. DCCXXXVIII.

Par M. LE MONNIER le Fils.

LE 2 Janvier au soir, à $9^h 39' 54''\frac{1}{2}$, Immersion d'*Aldebaran* sous le disque obscur de la Lune : le diamètre étoit à $8^h\frac{1}{4}$ de $30' 15''$, le centre de la Lune étant élevé sur l'horizon de 55° .

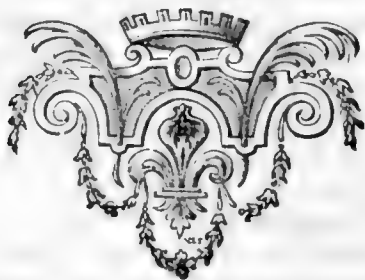
L'Émerision a été observée à $11^h 1' 8''$: je n'ai pas aperçû l'Étoile sur le disque lumineux de la Lune, comme nous l'avions remarqué à Torneâ le 13 Janvier de l'année 1737.

Le 4 Mars j'ai observé la hauteur méridienne d'*Aldebaran* de $57^\circ 6' 50''$ dans le lieu où je fais mes observations, qui est $47''\frac{1}{2}$ plus septentrional que l'Observatoire.

Le 9 Août au matin à $6^h 29' 51''\frac{1}{2}$, Immersion d'*Aldebaran* sous le disque éclairé de la Lune. Cette Étoile a paru s'avancer quelque temps sur le disque éclairé, & quelques secondes après elle a disparu tout d'un coup. J'avois observé la même chose en plein jour au mois d'Août 1736, lorsque nous étions campés sur une Montagne de Lapponie, qu'on nomme *Pullingi* ; mais j'ai retrouvé l'occasion de la répéter en plein jour, & d'en être plus assuré, d'autant que j'étois malade lorsque je fis l'observation à *Pullingi*. Le diamètre de la Lune a été observé à 4^h du matin, de $30' 0''$ à $43''$ de hauteur ; ou plus exactement, le diamètre de la Lune étoit à celui du Soleil comme 1264 à 1337.

Le 2 Octobre au soir à $9^h 50' 10''$ ou $12''$, Immersion d'*Aldebaran* sous le disque céleste de la Lune. Cette observation n'est pas bien exacte, à cause du grand nombre de nuages qui passaient rapidement sur la Lune.

Le 23 Décembre au soir, comme le calcul de la Connoissance des Temps différoit trop du temps vrai de l'Immersion d'*Aldebaran*, je n'ai pu observer que l'Emerfion, mais j'ai eu l'avantage d'appercevoir cette Etoile sur le disque éclairé, de sorte que ma Pendule marquant alors $9^h 34' 6''$ de temps vrai, on peut établir l'Emerfion $1''$ ou $2''$ tout au plus avant le premier instant où j'ai découvert cette Etoile, c'est-à-dire, à $9^h 34' 5''$. *Aldebaran* m'a paru un peu allongé pendant près d'un quart de minute, ensuite je l'ai vu rond à l'ordinaire.



*SECONDE MÉMOIRE
SUR LES MONSTRES.*

Par M. LÉMERAY.

ON se propose dans ce Mémoire, 1.^o d'examiner & de réfuter les raisons dont on se sert en faveur du système des Œufs originairement monstrueux, & pour lui donner la préférence sur celui des causes accidentelles, si ce n'est dans tous les cas monstrueux, du moins dans le plus grand nombre de ces cas. 2.^o De présenter quelques-uns des moyens dont on peut se servir pour reconnoître & vérifier l'action des causes accidentelles sur différentes parties monstrueuses.

PREMIÈRE PARTIE.

J'ai donné en 1724 la description d'un Monstre qui avoit deux Têtes & deux Cols, un seul corps, deux bras, deux mains, deux jambes & deux pieds ; la dissection fit découvrir bien des faits singuliers dans la Poitrine, dans le Bas-ventre & dans le Squelette de ce Monstre ; & comme chacun de ces faits me parurent s'accorder parfaitement avec l'action des causes accidentelles, je ne balançai pas un moment à attribuer à ces causes la formation du Monstre, & je le fis d'autant plus volontiers, que le système des Œufs originairement monstrueux m'avoit toujours révolté, indépendamment des réflexions & des faits nouveaux qui m'ont confirmé depuis dans le sentiment où je suis sur la cause de cette formation ; j'avoué même que quoiqu'il ne s'agit dans le Mémoire lû en 1724, que d'un Monstre fait par addition, & que j'eusse pu me contenter alors de décider sur la cause de ce Monstre, je n'ai pas laissé de m'y déclarer assez ouvertement contre le système des Œufs originairement monstrueux, non seulement pour ce qui regarde le Monstre qui fait l'objet du

Mem. 1738.

Qq

Mémoire, mais encore pour tous les Monstres en général.

M. du Verney, qui pensoit en 1724 comme il avoit fait en 1706, lorsqu'il donna la relation du Monstre dont il a été parlé dans mon premier Mémoire, se récria sur le sentiment que j'avois adopté, & promit d'écrire contre moi à ce sujet, mais la mort l'en a empêché, & ce qu'il n'a point fait, M. Winslow, qui pensoit comme lui, l'a depuis exécuté dans deux Mémoires publiés, l'un en 1733, l'autre en 1734, dans le premier desquels il dit, page 21, qu'ayant fait plusieurs réflexions sur ce qui s'observe dans un grand nombre de Monstres, il avoit trouvé de très-grandes difficultés dans le système de ceux qui nient les Germes originairement monstrueux, & n'attribuent la formation des Monstres qu'au dérangement accidentel de la structure naturelle des Germes originaires, & qu'il expose ses difficultés par manière de réflexions sur des exemples ou faits rapportés dans les Mémoires de l'Académie, & sur quelques autres bien avérés.

Elles commencent, ces réflexions, sur un fait très-singulier, vu plus d'une fois en différens individus, & qui peut-être se verroit bien davantage, si on faisoit de plus fréquentes ouvertures de Cadavres. Ce fait est un Soldat mort à 72 ans, dans lequel on trouva généralement toutes les parties internes de la Poitrine & du Bas-ventre situées à contre-sens. Nous ne répondons point ici à ce qu'on allégué à son sujet, 1.^o parce que ce fait, monstrueux ou non, est si essentiellement différent de tous ceux dont on a tiré les objections qui nous ont été faites, qu'il ne peut ni être mis à côté des autres, ni être confondu avec eux comme étant de même nature, ni fournir les mêmes conséquences, ainsi que je le ferai voir incontestablement. 2.^o C'est que les éclaircissements curieux que j'ai à donner sur ce sujet, supposent des détails qui font la matière d'un Mémoire particulier, qui sera le dernier sur les Monstres, & dans lequel je ferai voir que leur caractère a été jusqu'à présent ignoré, & que c'est cette ignorance qui a donné lieu à l'objection du Soldat.

Les réflexions qu'on fait sur les autres sujets dans lesquels

nous nous renfermons quant-à-présent, sont donc des difficultés qu'on oppose au système de la formation des Monstres par les causes accidentelles : mais quoique ces difficultés soient en assez grand nombre, c'est-à-dire, dans un nombre égal à celui des différentes parties de plusieurs Monstres qu'on a prétendu pouvoir servir de fondement à ces difficultés, comme le principe qui a déterminé les conséquences qu'on a cru pouvoir tirer de l'examen de chacune de ces parties monstrueuses, est le même par-tout ; que ces difficultés sont toutes uniformes & sur le même modèle, & qu'on y attaque dans toutes, par la même voye & sur les mêmes raisons, le système des causes accidentelles par rapport à la formation des Monstres, on peut dire qu'elles ne sont toutes qu'une répétition les unes des autres, & qu'elles ne sont toutes ensemble qu'une seule & unique objection, qu'on pourra, en raisonnant toujours sur le même principe & de la même manière, répéter encore de nouveau, si l'on veut, à l'occasion d'autres Sujets monstrueux, sans que l'objection redouble de force par cette nouvelle répétition.

Elle roule, cette objection, sur ce qu'après avoir considéré avec tout le soin & toute l'attention possible la structure intérieure des parties d'un certain nombre de Monstres, on a cherché inutilement dans cette structure monstrueuse comment elle auroit pu être l'effet des causes accidentelles, & de ce qu'on n'a pu rendre raison en détail par le système des accidents, de ce qu'il y avoit de plus particulier dans la structure monstrueuse de ces parties, on a cru être en droit d'en conclure que ces parties étoient originairement monstrueuses, & qu'elles ne le sont point devenues après coup & par accident, comme on le croit assez communément. Cependant on ne fait aucune difficulté de convenir que dans les Monstres allégués, il n'y ait des parties dont la mécanique intérieure s'explique très-naturellement par les causes accidentelles, ce qui pourroit favoriser le système des accidents à l'égard de ces Monstres, si les autres choses extraordinaires qui s'y rencontrent, pouvoient être expliquées par le même

système avec autant de facilité & de vraisemblance que les premières, si elles n'offroient pas des difficultés insurmontables à ce système, & s'il n'y avoit point d'inconvénient d'admettre dans un même Sujet deux sortes d'extraordinaires, l'un d'accident & l'autre d'origine.

Si bien donc, 1.^o (car on ne peut trop réfléchir sur cette objection, & la mettre au clair) que toutes les fois qu'on trouvera de la difficulté à expliquer la formation d'un fait monstrueux, qu'on ne pourra en venir à bout, soit dans l'instant ou dans la suite, ou apparemment encore lorsque la manière dont ce fait aura été formé, ne sera pas renduë dans toutes les circonstances par les causes accidentelles avec l'exactitude la plus scrupuleuse, & avec le degré de clarté & d'évidence qu'il sera loisible & arbitraire d'exiger, il n'en faudra pas davantage pour renvoyer ce fait au système des ceufs monstrueux. 2.^o Lors au contraire que la mécanique de quelques faits monstrueux sera très-intelligible & très-nettement expliquable par la voye des accidents, si néanmoins ces faits se trouvent malheureusement dans le même Sujet à côté d'autres faits monstrueux qui ne s'expliquent pas aussi clairement par la même voye que les premiers, les derniers entraîneront les autres du côté du système des ceufs monstrueux, qui viendra à bout par-là de tout absorber.

Ce dernier article sera examiné dans le Mémoire suivant. Pour ce qui regarde le premier, s'ensuit-il de ce qu'on n'a pu découvrir dans la mécanique de certains faits la manière dont les causes accidentelles auroient pu y produire ce qui s'y trouve de monstrueux, qu'ils en soient réellement indépendants, sur-tout lorsque l'action de ces causes y est parfaitement justifiée d'ailleurs par quantité de preuves rationnelles & expérimentales? Lisons-nous assés clairement dans l'intérieur des ouvrages de la Nature, pour être en état d'y voir parfaitement comment chacune de leurs causes ont pu y opérer tout ce que nous y appercevons? Si les démarches & les traces de ces causes s'y laissent quelquefois entrevoir, combien de fois y sont-elles totalement ensevelies & hors de

la portée de nos regards ? En un mot, lorsqu'il s'agit d'un fait dont la formation a été attribuée à une cause particulière, inutilement recherchée ensuite dans ce fait par l'examen le plus exact de sa mécanique, peut-on dire que si cette cause eût été réelle, elle n'eût jamais manqué de se faire appercevoir par cet examen, & que puisqu'elle ne l'a point fait, on est en droit de la nier absolument, & de l'exclure formellement de la production du fait, sans aucun égard pour tout ce qui pourroit d'ailleurs favoriser sa supposition ? L'expérience ne nous prouve-t-elle pas à chaque instant que nous pouvons souvent avoir une certitude parfaite de la réalité d'une cause par rapport à un certain effet, sans pouvoir puiser dans la mécanique de l'effet la connoissance de cette cause & la manière dont elle a opéré ? Il est très-certain que le Quinquina guérit ordinairement la Fièvre intermittente, cependant la mécanique de cet effet n'est pas encore trop bien connuë ; niera-t-on pour cela la guérison de la Fièvre par le Quinquina ? Le beurre d'Antimoine est un caustique violent, & devenu tel par les acides du Sel commun : on l'adoucit, & on le prive de tout son effet corrosif par le mélange d'un acide encore plus puissant que celui du Sel ; au moyen de quoi ce nouveau composé peut être pris intérieurement avec autant de sûreté que si c'étoit une simple terre exactement dépouillée de toute matière saline. Ce n'est point encore par l'examen de l'opération du beurre d'Antimoine converti en Bezoard minéral, qu'on auroit pu prévoir & reconnoître que l'esprit de Nitre, bien-loin d'augmenter la corrosion du beurre d'Antimoine, ne fait que la détruire, & changer totalement la qualité du composé. Il faut l'avouer, la découverte *à priori* de ce changement singulier & surprenant étoit tellement au dessus de nos forces, qu'en voulant l'obtenir par cette route, & décider indépendamment de l'expérience, quel devoit être l'effet & la propriété médicinale du Bezoard minéral, notre conclusion eût couru grand risque de se trouver parfaitement contraire à ce qui en est, & à ce que l'expérience seule étoit capable de nous apprendre sur ce sujet.

Il en est de même des causes accidentelles, sur le compte desquelles nous mettons la formation des Monstres, nous ne savons pas toujours, nous ignorons même le plus souvent, si l'on veut, comment ces causes ont pu opérer un grand nombre de particularités monstrueuses : mais nous savons qu'elles l'ont fait, nous en avons même en une infinité de cas des preuves qui vont jusqu'à la démonstration, & nous n'en sommes pas mieux instruits pour cela, de la manière dont ces causes ont opéré. On ne dira pas, par exemple, que les Monstres qui viennent de deux especes différentes d'Animaux, supposent pour leur production des œufs originairement monstrueux ; on sait trop que l'accouplement fortuit d'un mâle & d'une femelle de différentes especes, d'un Chat, par exemple, & d'une Chienne, est la seule cause de ce qu'il y a de monstrueux dans le produit de cet accouplement, qui varie prodigieusement suivant la combinaison infinie & accidentelle d'especes différentes d'animaux : cependant, quoique l'action des causes accidentelles s'offre, pour ainsi dire, à notre vûe dans la production de chacun de ces Monstres : quoique cette action s'y déclare bien plus clairement encore qu'elle ne le fait en général dans les Monstres issus d'un mâle & d'une femelle de même espece : quoiqu'enfin il soit démontré que des œufs originairement monstrueux n'ont aucune part à la génération des Monstres issus de deux animaux d'especes différentes, & que c'est incontestablement aux seules causes accidentelles qu'ils doivent être attribués ; si quelque Anatomiste aussi clairvoyant par l'esprit que par les yeux, se donnoit la peine de creuser dans la structure extraordinaire de ces Monstres, pour y découvrir comment ce qu'il y a de monstrueux dans leurs parties, a été produit par une cause dont il ne pourroit révoquer en doute l'accidentel, par l'accouplement fortuit d'un mâle & d'une femelle de différentes especes, malgré la certitude où il seroit sur la nature de cette cause, il trouveroit à coup sûr autant, pour ne pas dire infiniment plus de peine à éclaircir le mystere de son action, que nous n'en avons, par exemple, dans le

cas des Monstres doubles venus d'un mâle & d'une femelle de la même espece, à rendre raison de la manière dont la pression mutuelle de deux fœtus produit les dérangements, les destructions, les confusions de parties qu'on y observe. Il n'en seroit cependant ni moins vrai, ni moins certain, que ces sortes de Monstres issus d'animaux d'especes différentes, ne viennent point d'œufs monstrueux, & qu'ils doivent uniquement à une sorte de cause accidentelle, ce qui fait leur caractère particulier.

Enfin qu'on médite tant qu'on voudra sur les remarques anatomiques de M. du Verney, pour prouver que son Monstre étoit venu d'un œuf originairement monstrueux : qu'on joigne à ces remarques, celles de M. Winslow sur le Monstre de M. du Verney, pour prouver la même chose : qu'on se donne ensuite la peine de lire les réflexions que j'ai données sur le même Monstre dans mon premier Mémoire, & j'espère qu'on verra clairement que les remarques de ces deux habiles Anatomistes, ne peuvent tenir contre l'évidence des conséquences que j'ai tirées des parties de ce Monstre, en faveur des causes accidentelles, & que tout ce que ces Messieurs nous ont appris par leurs remarques, c'est la difficulté d'appercevoir l'action des causes accidentelles sur quelques parties de certains Monstres, quand on ne cherche la preuve de cette action que dans la manière dont ces causes ont pu produire les structures monstrueuses de ces parties.

C'est donc véritablement à tort qu'on prétend enlever aux causes accidentelles un grand nombre de faits monstrueux, sur cela seul qu'elles n'ont pu être reconnues dans ces faits par l'examen de leur mécanique. Tout ce que cet examen peut permettre & donner lieu de conclurre, c'est le défaut de nos lumières & de notre pénétration ; du moins n'en peut-on jamais tirer aucune conséquence contre le système des accidents, & pour celui des germes originairement monstrueux : car, 1.^o s'il est possible, comme on l'a suffisamment prouvé, qu'un effet ait été produit par une cause qui ne se laisse point appercevoir dans la mécanique de

cet effet, est-on bien fondé à proférer & à nier absolument la production des Montres par les causes accidentelles, sur cela seul qu'on n'a pu les découvrir dans la structure de leurs parties? 2.^e Puisqu'il résulte des exemples rapportés, que souvent les causes d'effets différents, se présentent si sensiblement à nos yeux, que nous n'avons besoin d'aucun effort pour en être parfaitement assurés & convaincus, & que cependant lorsque nous cherchons chacune de ces causes dans la mécanique de leur effet, il ne nous est pas possible d'y arriver & de les vérifier par-là; à quoi pourrions-nous mieux imputer qu'à nous-mêmes ce défaut de succès? Car si nous ne trouvons point alors les causes que nous cherchons, ce n'est pas qu'elles ne soient effectives, puisque nous en connoissons d'ailleurs la réalité; mais parce que nos lumières, qui ne percent pas bien avant, & aussi loin que nous en aurions souvent besoin, ne peuvent nous les rendre sensibles par la voye dont il s'agit.

Enfin il paroît clairement par tout ce qui a été dit, que la difficulté qu'on allégué, d'expliquer en certains cas la mécanique de plusieurs productions monstrueuses, par les causes accidentelles, est une objection tout-à-fait frivole, & qui le devient encore davantage par les réflexions suivantes.

1.^o L'examen anatomique de la structure des parties monstrueuses, n'est pas le seul moyen dont on ait à se servir pour faire voir que ce qu'il y a de monstrueux dans ces parties, ne doit être imputé qu'à l'action des causes accidentelles; d'autres moyens conduisent au même but, & le font à moins de frais, & avec autant, & souvent même avec beaucoup plus de certitude que par l'examen anatomique, comme on le verra clairement par les exemples qui seront rapportés dans ce second Mémoire & dans le troisième. Cette multiplicité de moyens pour arriver à la connoissance de ce qui produit les Monstres, est d'une grande ressource; car lorsque l'un d'eux manque au besoin, il peut être remplacé par d'autres qui viennent à son secours, & plusieurs ensemble qui concourent à la même preuve, servent à la rendre

rendre plus solide & plus certaine. Enfin, si dans certains cas l'examen anatomique ne fait point appercevoir l'effet des causes accidentelles sur différentes parties monstrueuses; avant que de nier cet effet, & cela sur la prétendue preuve dont on s'est uniquement servi, il eût été à propos de parcourir d'autres routes, & d'y chercher les éclaircissements qu'on n'avoit pu trouver par celle qu'on avoit trop uniquement suivie.

2.^o On a déjà vû toutes les conséquences fausses & révoltantes qui naissent de l'application du système des œufs originairement monstrueux, aux parties du Monstre de M. du Verney, & qui deviennent tout le contraire, quand c'est le système des accidents qu'on substitué au premier, & il ne faut pas croire que ce soit là une particularité de ce Monstre; tout autre mis à sa place, fournira toujours les mêmes conséquences folles ou raisonnables, suivant le système auquel il aura été uni. Cette considération pourroit suffire pour exclurre totalement l'un des deux systèmes, & s'en tenir uniquement à l'autre.

3.^o Quand on considère dans les générations successives des différentes especes d'animaux, ce qu'il est facile d'y appercevoir évidemment pour peu qu'on y réfléchisse, & ce qui sera expliqué plus en détail dans le quatrième Mémoire, je veux dire le dessein du Créateur, les loix sages & invariables de la Nature, l'ordre constant & régulier qu'elle observe scrupuleusement, & doit nécessairement observer de même pour l'exécution de ce dessein, & pour éviter les inconvénients affreux qui naistroient du moindre défaut dans cette exécution; on voit clairement que le système des œufs originairement monstrueux, est aussi contraire au dessein de l'Auteur de la Nature, & aux loix qui en émanent, que celui des accidents les suppose & les respecte.

4.^o Pour ce qui regarde les preuves expérimentales qu'on allègue, & qui sont aussi les seules qui puissent être alléguées avec une sorte de vraisemblance apparente en faveur du système des œufs originairement monstrueux, il est à remarquer

qu'aucune de ces preuves n'agit directement pour ce système, mais seulement par une espèce de contre-coup ; en un mot, elles ne consistent toutes que dans les objections qui viennent d'être réfutées, & avec lesquelles on s'étoit flaté mal-à-propos de détruire le système des accidents qu'on avoit en vûë, & sur les ruines duquel on avoit prétendu que celui des œufs originairement monstrueux, se trouveroit aussi-tôt établi, sans le secours d'autres preuves plus directes & plus particulières pour ce système. D'où l'on voit que de quelque côté qu'on attaque le système des œufs monstrueux, il se trouve sans défense, & hors d'état de se soutenir, ce qui confirme de plus en plus celui des accidents dans la possession actuelle & exclusive de la formation des Monstres ; enfin ce qui peut encore concourir à la même preuve, c'est la considération du motif qui a pu engager les premiers auteurs du système des œufs monstrueux, à l'imaginer.

Pour faire sentir ce motif, réfléchissons un moment sur quelques cas monstrueux dont la mécanique soit aussi simple qu'intelligible, & telle qu'elle se rencontre dans deux Monstres rapportés par différents Auteurs, & desquels j'ai déjà fait usage en 1724, pour faire voir que la formation des Monstres doubles appartenoit aux causes accidentelles.

L'un de ces Monstres étoit composé de deux Filles jumelles qui se tenoient uniquement par le front, & qui, à cela près, avoient chacune un corps entier, & tel qu'il devoit être. L'autre étoit aussi composé de deux Filles dont les corps bien distincts & bien conformés étoient joints l'un à l'autre postérieurement, depuis les épaules jusqu'aux fesses ; & dans l'un & dans l'autre de ces Monstres, l'union des deux Filles qui faisoient partie de chacun d'eux, se bornoit aux parties externes, & n'alloit point au-delà.

Seroit-il possible qu'il y eut quelqu'un d'assés mauvaise humeur contre le système des causes accidentelles, pour avoir la moindre envie de lui ravir des faits qui se conçoivent & s'expliquent avec la dernière facilité, & avec l'évidence la plus parfaite, par la simple application de deux sœurs dos contre

dos, ou front contre front, application qui opère d'autant mieux l'union dont il s'agit, que lorsqu'elle se fait, les parties sont tendres, molles, glaireuses, collantes & pénétrables? Aussi personne, que je sçache, n'a-t-il osé disputer ces deux faits, & tous ceux de même nature, au système des accidents.

Puis donc que deux fœtus peuvent s'unir extérieurement l'un à l'autre dans la matrice, & s'y unissent en effet de cette manière, quand le degré de pression qui sert à cette union, n'est porté que jusqu'à un certain point; si l'on suppose présentement que deux autres fœtus se pressent plus fortement, la pression n'en demeurera pas aux parties extérieures, elle pénétrera plus avant de part & d'autre, & elle le fera d'autant plus qu'elle aura plus de force, ce qui produira des dérangements, des confusions, des destructions de parties, & toutes les altérations qui sont les suites naturelles d'une semblable pression; or si l'effet que nous venons d'attribuer à une pression plus forte, est tout aussi possible que celui qu'on ne peut refuser à une pression moins forte, pourquoi l'effet de la pression plus foible existeroit-il plutôt que l'autre? Car enfin la force qui pousse deux germes l'un contre l'autre, n'est pas toujours la même en tout temps & en différents sujets; & si une moindre pression forme les Monstres doubles, dans lesquels deux fœtus ne sont unis que par leurs parties externes, une pression plus forte produit réellement les Monstres dans lesquels l'union de deux fœtus s'étend jusqu'à leurs parties internes: en un mot l'effet incontestable de la pression plus foible annonce & justifie l'effet réel de la pression plus forte; & ce raisonnement fait à l'occasion de la pression accidentelle de deux fœtus, convient & s'applique parfaitement à toutes les causes accidentelles en général, capables d'affecter plus ou moins un ou plusieurs germes, & de produire par-là les différentes espèces de Monstres. Aussi est-il bien vrai que le système de la formation des Monstres par les causes accidentelles paroît si naturel & si vraisemblable, qu'il est uniquement adopté par le plus grand nombre; que la mécanique générale de cette formation se conçoit avec la dernière

évidence par le moyen de ces causes ; & que si les particularités de cette mécanique, que souvent nous appercevons dans l'intérieur de plusieurs parties monstrueuses, nous convainquent de plus en plus de la vérité du système des accidents, cette conviction doit encore nous faire sentir que quoique la foiblesse de nos lumières ne nous permette pas de découvrir les mêmes particularités dans d'autres parties monstrueuses, la Nature toujours uniforme pour les mêmes choses, ne s'est pas dispensée pour cela d'employer les mêmes causes à l'égard de ces autres parties, qui en sont toujours de monstrueuses.

Cela étant, comment a-t-on pu avoir recours à un autre système, pourquoi l'a-t-on imaginé ? Le voici : mais avant que de m'expliquer, je déclare que ce que je vais dire de quelques Anatomistes, ne regarde que ceux qui ont été les premiers inventeurs du système des œufs monstrueux, & nullement ceux qui étant venus depuis, & qui l'ayant trouvé tout établi, en sont devenus partisans, sans peut-être avoir fait auparavant les réflexions qui eussent pu les empêcher de l'embrasser.

On s'est universellement réuni pour le système des accidents, du moins personne ne s'est avisé de le contredire, toutes les fois qu'on a pu expliquer nettement par cette voye toutes les singularités monstrueuses qui se sont offertes aux regards & à l'examen ; il y a même lieu de croire & d'assurer que si tous les cas monstrueux eussent été également expliquables par ce système, il n'auroit point eu de contradicteur, & l'on n'en auroit point imaginé d'autres. Ce n'est donc, à proprement parler, qu'à l'occasion des faits monstrueux, dans la mécanique particulière desquels on n'a pu voir aussi clair que dans les autres, que l'unanimité de sentiments sur la cause des Monstres a cessé.

Les uns, dans le grand nombre desquels il se trouve d'excellents Anatomistes, ce qu'on remarque ici pour opposer Anatomistes à Anatomistes, & non pas qu'on prétende que la question présente en soit si singulièrement une d'Anatomie,

qu'elle ne puisse être décidée que par des gens du métier, puisqu'on prétend au contraire qu'elle n'est qu'une question de Physique, pour la décision de laquelle il ne faut que du bon sens & de la raison, comme on le reconnoîtra parfaitement par tout ce qui sera publié sur ce sujet; les uns, dis-je, n'ont imputé qu'à eux-mêmes le défaut d'explication de quelques faits monstrueux par les causes accidentelles; & malgré ce défaut, suffisamment convaincus d'ailleurs de l'universalité de ces causes pour la formation des Monstres, ils s'y sont tenus constamment & avec confiance.

Pour les autres, qui sont ceux à qui l'on doit l'invention & l'établissement du système des œufs originairement monstrueux, ils ont raisonné tout autrement: ils n'ont pu s'imaginer que si la formation de certains Monstres eût été due aux causes accidentelles, elles eussent jamais pu se soustraire à leurs regards dans l'examen de la structure des différentes parties monstrueuses.

Pour les justifier de n'y avoir point reconnu l'action de ces causes, & même pour leur en faire un mérite, il ne falloit pas moins qu'un système tel que celui des œufs originairement monstrueux, c'est-à-dire, qui donnât l'exclusion aux causes accidentelles toutes les fois qu'elles s'étoient dérobées à leurs recherches, & qui parût faire voir par-là que si elles n'avoient point été remarquées par l'Anatomiste, c'est qu'elles n'avoient effectivement aucune part à la formation du fait monstrueux; que si elles y en eussent eu, l'Anatomiste n'auroit jamais manqué de les découvrir, & que de ne les avoir pas apperçûes dans des parties qui, suivant la supposition nouvelle, ne devoient rien à ces causes de ce qu'elles avoient de monstrueux, ce ne pouvoit être là qu'une preuve sensible qu'il avoit vû & lu très-clairement dans l'intérieur de ces parties.

Au reste, ce n'est pas là le seul avantage apparent du système des œufs originairement monstrueux; quand on a tant fait que d'y souscrire, il n'y a plus de difficultés capables d'arrêter, l'on se croit en état de faire face à tout; s'agit-il

de la mécanique particulière de faits monstrueux des plus obscurs & des plus compliqués, le système des œufs monstrueux en vient à bout dans l'instant avec autant de facilité que du fait le plus clair & le plus simple, & cela sans exiger ni contention d'esprit, ni effort d'imagination, mais seulement le peu de mémoire que demande une formule courte, toujours la même pour tous les cas différents, & qui ne consiste que dans l'attribution constante d'un œuf monstrueux à chaque production monstrueuse; tout est entendu & expliqué par-là. D'où l'on voit combien ce système est commode, & qu'il mériteroit certainement la préférence, si entr'autres raisons essentielles déjà alléguées, & qui le feront encore dans la suite, on pouvoit raisonnablement se prêter à la supposition de deux sortes de germes répandus par l'Auteur de l'Univers dans toutes les especes d'animaux, & dont les uns parfaitement bien conformés dans chacune de leurs parties suivant l'ordre de la Nature, pour remplir toutes les fonctions auxquelles ils ont été destinés par leur conformation naturelle & spécifique, se trouvent mêlés & confondus avec d'autres germes, je ne dis pas seulement d'une conformation différente, car on fera voir dans le quatrième Mémoire, qu'il y a des variétés naturelles, & souvent même très-nécessaires entre les individus d'une même espece d'animal; mais ce qu'il faut bien remarquer ici, avec des germes d'une construction plus ou moins vicieuse, & par conséquent plus ou moins contraire, soit aux fonctions de la vie, soit à celles qui sont propres à l'espece d'animal dont ils sortent, & cela de manière que le plus souvent l'individu qu'on suppose venu d'un œuf monstrueux, ne survit guère à sa formation, ou s'il le fait, c'est avec une difficulté ou une impuissance de remplir les fonctions dont les autres individus de la même espece s'acquittent facilement & comme il le faut. Un Enfant sans bras, ou qui n'en a qu'un; un autre sans tête, ou avec une tête qui ne contient point de cerveau; un autre dont les membres monstrueusement contournés, sont par-là incapables de servir comme il faut aux usages qui leur étoient destinés; enfin

une infinité d'autres de cette espece, ne sont-ils pas des ouvrages bien dignes de sortir immédiatement en cet état des mains du Créateur ?

Si, par hazard, un Horloger habile, en faisant un bon nombre de Montres qui auroient toute la perfection possible, s'avisait de mêler ces Montres avec une certaine quantité d'autres qui seroient en différentes manières aussi mauvaises & aussi défectueuses par la bizarrerie & le vice de leur construction, que les autres auroient de bonté ; si de plus, ce n'eût point été par négligence ou par distraction, que les Montres mauvaises l'eussent été, mais de dessein prémédité, moyennant quoi les Montres mauvaises eussent coûté, pour les rendre telles, autant de peine & d'attention à l'Horloger que les meilleures ; que diroit-on du projet de l'Horloger, & de l'Horloger lui-même ? C'est pourtant là le cas des œufs monstrueux mêlés avec les œufs naturels.

Concluons encore de tout ce qui a été dit, 1.^o que plus on réfléchit sur le système des œufs monstrueux, plus on le trouve rejettable, & plus on reconnoît qu'il n'y a que celui des accidents auquel on doit s'arrêter pour la formation des Monstres ; & en effet, s'il est vrai, comme il a été dit au commencement du premier Mémoire, qu'il n'y a que deux manières dont les Monstres puissent être formés, l'une par les œufs monstrueux, c'est-à-dire, par l'action immédiate du Créateur, l'autre par celle des causes accidentelles ; le premier des deux moyens ne pouvant avoir lieu, l'autre, qui est celui des accidents, reste indépendamment d'aucune autre preuve, en possession de tout, comme il est à remarquer qu'il y étoit avant la découverte de la génération des animaux par des œufs naturels ; d'où l'on a apparemment tiré l'idée des œufs monstrueux. Et en effet, avant cette découverte on ne regardoit les Monstres que comme des ouvrages misérables, dans la production desquels la Nature, qu'on personifioit alors volontiers, & même en Physique, étoit tombée en faute, ou du moins avoit été travaillée & interrompue dans ses opérations. Elle avoit voulu, disoit-on, produire

un ouvrage parfait, mais elle avoit été troublée dans son exécution, par différentes causes accidentelles, sur lesquelles on rejettoit ce qu'il y avoit de mauvais dans l'ouvrage; ce qui fait bien voir que le système des accidents a toujours été le seul auquel on ait attribué la formation des Monstres.

2.^o Si l'analogie qui se trouve, à plusieurs égards, entre les Végétaux & les Animaux, nous donne lieu de croire que comme les causes accidentelles produisent dans les Végétaux, & très-fréquemment sous nos yeux, ce qui s'y observe de monstrueux, il en doit être de même de ces causes à l'égard des Monstres des Animaux.

Si l'on ne peut disconvenir que le fœtus ne soit exposé dans la matrice à quantité de causes accidentelles, de l'impression desquelles il est singulièrement susceptible par son état.

Si, par exemple, la pression qui est une de ces causes, manifeste clairement son effet dans les Monstres doubles, non-seulement par l'état où se trouvent les parties qui en ont souffert le choc, mais encore parce qu'il n'y a, du moins ordinairement, de parties monstrueuses que dans le lieu de la jonction des deux fœtus.

S'il est aisé de rendre raison, je ne dis pas en entrant toujours dans les détails les plus particuliers des différentes structures monstrueuses, mais en considérant le gros & le général de la chose; si, dis-je, il est aisé de cette manière, de rendre une raison claire & satisfaisante des différents faits monstrueux, par chacune des causes accidentelles.

Si lorsqu'on considère de plus près les particularités des différentes constructions monstrueuses, on y apperçoit toujours l'action des causes accidentelles, soit par la manière dont on conçoit que ces causes ont opéré, soit par d'autres voyes qui constatent le fait de cette opération, comme nous allons le faire voir dans la seconde partie de ce Mémoire. Toutes ces réflexions & quantité d'autres ne font-elles pas un surcroît de preuves en faveur du système des accidents, qui, à la rigueur, n'en avoit pas besoin, puisqu'indépendamment
de ces

de ces preuves, la formation des Monstres lui appartenoit en entier, par la seule exclusion du système des œufs monstrueux?

Cependant, malgré la certitude où nous devons être sur la formation des Monstres par les causes accidentelles, je ne me dispenserai point de donner encore quelques éclaircissements sur ce sujet, non-seulement pour y acquérir, s'il est possible, un degré de certitude encore plus considérable, mais encore pour éviter & prévenir par-là des objections qui, toutes fausses qu'elles seroient, pourroient être assez spécieuses pour en imposer & pour séduire, du moins pour quelque temps, c'est-à-dire, jusqu'à ce que la réflexion eût dessillé les yeux, & dissipé l'éblouissement.

SECONDE PARTIE.

On ne peut disconvenir que ce ne soit un moyen utile pour vérifier la formation des Monstres par les causes accidentelles, que de chercher à les y reconnoître par la voye anatomique, c'est-à-dire, par la considération de la manière dont elles eussent pu produire telle ou telle structure monstrueuse examinée avec soin : on peut même dire que la réussite de ce moyen à l'égard d'un grand nombre de faits monstrueux, influé sur plusieurs autres faits où il ne réussit pas de même ; car ces derniers faits étant de même nature que les premiers, si dans la mécanique de ceux-ci, on apperçoit sensiblement que les causes accidentelles ont pu y opérer, il y a lieu de croire qu'elles l'ont pu aussi sur la mécanique des derniers ; mais que ce que nous avons vû dans les uns, la foiblesse de nos lumières ne nous a pas permis de le découvrir dans les autres, du moins par la même voye, ce qui a déjà été remarqué dans la première partie de ce Mémoire.

Le moyen dont il s'agit, a ceci de particulier, c'est qu'à la connoissance du fait sur les causes de la formation des Monstres, il joint celle de la manière dont ces causes ont opéré ; mais il n'en est pas pour cela plus certain que d'autres qui sont bien moins anatomiques, & qui ne demandent qu'un

peu de physique ou de bon sens & de réflexion; il y a même tel de ces moyens qui exige encore moins de soins, & déclare bien plus certainement que les autres, la production des Monstres par les causes accidentelles.

D'ailleurs, quand on est parvenu à rendre raison de différentes structures monstrueuses, par les causes accidentelles, qu'en résulte-t-il? que ces causes ont pu produire, mais non pas qu'elles ont produit les parties monstrueuses dont elles expliquent si bien la formation. Il faudroit pour cela que la même explication, en établissant les causes accidentelles, anéantît les œufs monstrueux, ce qu'elle ne fait point, & tant que ces œufs subsistent, ou sont censés pouvoir subsister, leurs partisans ont droit de dire que ce qu'on attribué aux causes accidentelles avec beaucoup de vraisemblance, peut l'être aussi aux œufs monstrueux, & qu'ainsi on n'a vérifié, par la voye anatomique, que la possibilité de la production des Monstres par les causes accidentelles, & nullement la réalité de cette production par ces causes : le moyen anatomique dont il s'agit, ne peut donc mettre les causes accidentelles dans la possession actuelle de la formation des Monstres, qu'autant qu'il vient après, & qu'il suppose une réfutation parfaite des œufs monstrueux, à laquelle le moyen n'a, ni ne peut avoir aucune part par lui même, c'est-à-dire, par son opération, ce qui est à remarquer pour ce qui suit.

On peut même faire encore ici une réflexion : c'est qu'aussitôt que les œufs monstrueux ont été réfutés, les causes accidentelles sont dans la possession dont il s'agit, & que le moyen qui vient ensuite, & qui les y trouve, ne pouvant servir à les y mettre, il ne fait que les y confirmer.

Enfin ce qu'on cherche dans le cas présent par le procédé anatomique, c'est-à-dire, par la manière dont on conçoit que les causes accidentelles ont pu produire tels ou tels effets monstrueux; ce qu'on cherche, dis-je, par ce procédé, ce n'est pas une simple explication physique de ces faits, mais une vérification de la cause particulière de ces faits par le secours de cette explication ; or cette vérification peut

s'acquérir & devenir même plus complete à moins de frais anatomiques par les moyens suivans.

Celui que je propose d'abord, c'est de chercher la cause de l'effet monstrueux dans le caractère même de cet effet, c'est-à-dire, en comparant cet effet avec le caractère particulier de la cause qu'on lui suppose, & qu'on essaye & éprouve en quelque manière par cette comparaison, pour l'admettre ensuite ou la rejeter.

Quand on considère, par exemple, ce qu'on trouve toujours plus ou moins dans les Monstres, & ce que j'ai déjà remarqué ailleurs, le desordre, la confusion, le dérangement, la dépravation & l'abolition de différentes fonctions, certains assemblages ridicules de parties qui n'étoient point faites pour se trouver ensemble, & qui ne tardent guere à faire sentir avec évidence les inconvénients fâcheux de cette union bizarre & extravagante; en un mot une infinité de singularités d'autant plus insensées, qu'elles attaquent formellement ou la vie, ou la santé, ou les usages de différentes parties, & de celles entr'autres qui servent essentiellement à la propagation de l'espece; dira-t-on que c'est un dessein qui a donné lieu à de pareils ouvrages? Mais si c'en est un, on peut le regarder comme très-mauvais, puisque ses productions sont si folles, si défectueuses & si comparables à celles de l'Horloger dont il a été parlé. Y a-t-il aucune proportion entre l'imperfection affreuse de ces ouvrages, & l'idée que nous devons avoir de la cause toute puissante qui en produit à chaque instant de si parfaits dans toutes les différentes especes d'Animaux, & qui est, pour ainsi dire, forcée à n'en jamais produire que de semblables, comme on le fera voir clairement dans le quatrième Mémoire?

Mais lorsqu'abandonnant l'idée de dessein pour des ouvrages qui n'en méritent, ni n'en supposent, on se retourne du côté des causes accidentelles, on y apperçoit aussi-tôt ce qui avoit été cherché, & n'avoit pu être trouvé ailleurs; tout le rapport & toute la proportion possible avec les défauts & l'extravagance des constructions monstrueuses. Ces causes

sont aveugles, comme il a été dit dans le premier Mémoire; elles n'ont ni ne peuvent avoir de dessein; elles agissent inconsidérément sur tout ce qui s'offre à leur action, elles ne ménagent rien, & sont dispensées de rendre raison de leurs effets; ne voilà-t-il pas les seules causes qui puissent convenir & être d'accord par leur nature avec celle des productions monstrueuses? Et la considération de ce rapport parfait, qui ne se trouve point ailleurs, ne dissipe & ne fait-elle pas évanouir dans l'instant toute autre cause, & par-là n'établit-elle pas exclusivement les causes accidentelles pour la production de tous les dérangements monstrueux qui se présentent perpétuellement à nos regards? ce que ne fait pas de même l'opération du procédé anatomique, comme il a été remarqué.

Il s'offre même ici une réflexion sur l'examen scrupuleusement anatomique des différentes structures monstrueuses, par lequel on cherche à vérifier la cause des Monstres. C'est qu'outre les faux raisonnements auxquels cet examen donne occasion, lorsqu'il n'a pu faire appercevoir ce qu'on cherchoit par son moyen, il peut encore en imposer, & aillés souvent aussi il en impose par certaines combinaisons, par un rapport apparent, par une sorte d'arrangement, de structure particulière que le hazard fait quelquefois trouver dans les parties combinées, de manière qu'à ne considérer que le prestige de cette mécanique, & en se renfermant, le scalpel à la main, dans l'observation de certaines constructions monstrueuses, l'art que l'Anatomiste y pourra trouver, lui donnera lieu de croire qu'un dessein marqué a présidé à leur formation. Mais quand on réfléchit sur les vices réels & souvent énormes des différentes parties du même Monstre, dans le nombre desquelles il y en a toujours qui annoncent d'ailleurs avec la dernière netteté, que c'est telle ou telle cause accidentelle qui les a produites: quand on considère le défaut de consentement naturellement requis entre différentes parties destinées à concourir à une même fonction, & dont les unes qui sont monstrueuses, détruisent & font manquer ce que d'autres qui ont conservé leur structure naturelle, avoient

parfaitement bien préparé : ce qui pourroit donner lieu de dire , en supposant un dessein , ou que ce dessein est entré en contradiction avec lui-même , ou qu'il s'est trompé dans l'exécution , ou que cette exécution étoit au dessus de ses forces.

Enfin sans entrer dans une infinité d'autres détails que l'observation de la multitude des différents faits monstrueux fait aisément appercevoir, & qui ne sont pas moins concluans que ceux qui viennent d'être rapportés ; quand on fait attention aux usages comiques, insensés, souvent affreux, ou autres d'un très-grand nombre de parties monstrueuses qui se trouvent dans le même sujet , où l'on apperçoit aussi les prestiges anatomiques dont on vient de parler ; que devient alors l'idée de dessein que ces prestiges avoient fait naître ? Et si l'on veut un exemple particulier qui justifie pleinement les faits allégués pour détruire cette idée suggérée sur les apparences trompeuses de quelque structure singulière qu'on ne sçauroit se résoudre d'attribuer aux causes accidentelles ; on le trouve, cet exemple, dans l'article de mon premier Mémoire, sur la Vessie ou le cloaque du Monstre de M. du Verney. Je ne rapporte point ici cet article, non plus que les réflexions que l'examen des parties de ce cloaque m'a inspirées, & inspire naturellement à quiconque se donnera la peine de l'examiner ; je prends seulement la liberté d'y renvoyer dans ce moment le Lecteur, ou de le prier de s'en rappeler la mémoire, pour se convaincre par-là de plus en plus de la vérité de tout ce qui vient d'être avancé.

On peut encore, indépendamment de la voye anatomique & de celle qui consiste dans la comparaison de la nature de l'effet avec celle de sa cause, appercevoir par un troisième moyen l'action des causes accidentelles sur les Monstres ; c'est en considérant & réunissant ensemble les circonstances qui accompagnent certains faits monstrueux , & qui, dès qu'elles sont rassemblées, annoncent si clairement & si positivement l'espece de causes qui ont produit ces faits monstrueux, qu'on les y reconnoît avec autant de facilité & de promptitude, que

si elles opéroient sous nos yeux. Un nombre infini de Montres pourroient nous offrir des exemples de cette nature, mais nous n'avons pas besoin d'en chercher ailleurs que dans les deux Fœtus du Montre de M. du Verney ; ils nous en fournissent un bien evident, dont nous avons déjà parlé dans le premier Mémoire : ce sont deux scrotums vuides & aplatis ; quatre testicules, dont deux se sont trouvés dans chacun de ces fœtus, l'un dans l'aîne, & renfermé dans une poche, l'autre dans le ventre, & attaché au péritoine ; c'est enfin l'union des deux fœtus par la partie inférieure de leurs tronc.

Chacune de ces circonstances n'attestent-elles pas clairement, & comme de concert, le déplacement des testicules, sans qu'on ait besoin pour cela d'une connoissance anatomique très-exacte & très-détaillée de la manière dont s'est pu faire ce déplacement & ce nouvel arrangement ?

Les deux scrotums ont-ils été formés pour être vuides & sans emploi ? Si ç'a été là leur destination en les créant, autant eût-il valu ne les pas créer. Et lorsqu'ils le sont, ne sçait-on pas que c'est pour servir d'enveloppe naturelle aux testicules ? Il est donc plus que vraisemblable, 1.^o que ces scrotums ont commencé par contenir les deux testicules, tant que les choses se sont conservées dans l'ordre naturel, & qu'ils ne sont devenus vuides que parce qu'ils ont été obligés de laisser partir ce qu'ils contenoient. Le vuide des scrotums devient donc une première preuve du déplacement des testicules. 2.^o Ces testicules se trouvent comme jettés à l'abandon dans une terre étrangere où ils sont mal en ordre & mal à leur aise, & cette nouvelle habitation n'étant ni destinée ni propre à les recevoir & à les défendre du choc des corps environnans, ne paroît-elle pas bien plutôt un lieu d'exil, que leur domicile naturel suffisamment annoncé par la présence & le vuide des scrotums ? Par conséquent les deux endroits extraordinaires où l'on trouve les testicules, sont une seconde preuve de leur déplacement. 3.^o L'union particulière des deux fœtus suppose une pression réciproque qui y a donné lieu ; & la position singulière de ces deux fœtus unis ensemble par le

bas de leurs troncs, marque que les testicules, en conséquence de leur situation naturelle, ont été compris dans cette pression; ce qui forme une dernière preuve de la cause & de la vérité du déplacement des testicules.

Enfin, je le repète encore, les circonstances que nous venons en quelque manière d'interpréter, ne constatent-elles pas aussi certainement & aussi positivement la pression & le déplacement des testicules qui en est l'effet, qu'eût jamais pu faire la voye anatomique par le détail le plus exact & le plus mécanique de la manière dont s'est fait ce déplacement? Et s'il étoit possible que dans un cas aussi évident que l'est celui-ci, on ne pût appercevoir par la voye anatomique, comment les testicules du Monstre de M. du Verney ont pu sortir de leur scrotum, & trouver une route pour parvenir aux lieux où on les a trouvés, voici à mon avis, ce qu'on auroit à répondre en cas pareil. Quand on considère la petitesse naturelle de la matrice, & celle de son orifice interne dans les vierges sur-tout, conçoit-on bien non-seulement comment cette même partie acquerra dans la grossesse une grandeur & une capacité suffisantes pour contenir & renfermer un fœtus de neuf mois, mais encore comment son orifice, si bien fermé pendant tout le temps de la grossesse, qu'il n'admettroit qu'avec peine la plus petite sonde, s'ouvre néanmoins assez pendant le temps de l'accouchement pour laisser passer le fœtus à terme, c'est-à-dire, qui a neuf mois accomplis? Sçait-on bien comment il se fait jour au dehors, malgré les os qui entourent de tous côtés la matrice, & qui semblent devoir empêcher son expansion? Tous ces os, ou seulement quelques-uns de ces os sortent-ils de leur place pour livrer passage au fœtus? Enfin il faut avouer qu'on ne fait encore que bégayer sur la mécanique de cette opération naturelle, plus admirable qu'intelligible; cependant le fait de cette opération, ainsi que celui du déplacement des testicules, ne peut être plus constant qu'il l'est, & c'est par de semblables exemples qu'on doit répondre à toutes, ou du moins à la plupart des objections contre la formation des Monstres

par les causes accidentelles : ce n'est toujours que sur ce qu'on n'a point vû, ou qu'on n'a pu voir, qu'on les attaque, c'est-à-dire, sur un défaut de lumières, qui est bien un motif d'humiliation pour celui qui n'a pu voir, mais non pas un titre capable de détruire des causes d'ailleurs très-avérées.

Et ce qui peut faire en un grand nombre de cas la difficulté, je ne dis pas de decouvrir parfaitement, mais du moins d'entrevoir comment ces causes ont pu produire l'espece de forme monstrueuse qu'ont certaines parties, c'est le peu de réflexion qu'on fait sur le temps où ces causes y ont opéré, & sur celui où l'on examine leur effet. Elles ont opéré, lorsque ces parties n'étoient, pour ainsi dire, que de petites portions glaireuses, flexibles, susceptibles de la moindre impression & d'effets singuliers, dont elles deviennent d'autant moins capables dans la suite, que le degré de leur solidité & de leur résistance augmente de beaucoup, & c'est seulement lorsque cette augmentation est parvenuë à un certain point, que les parties monstrueuses du fœtus s'offrent aux regards & à la curiosité de l'Anatomiste, qui ne fait peut-être pas toujours assez d'attention aux souplesses dont elles étoient capables dans leur premier état de mollesse & de flexibilité, dans lequel elles pouvoient par-là se prêter à des effets dont on ne peut les soupçonner quand on ne les considere que dans le dernier état où elles sont parvenuës, & qu'on oublie en quelque sorte celui où elles ont été.

Voilà donc déjà trois moyens différens de vérifier l'action des causes accidentelles sur les Monstres, & quoique dans plusieurs sortes de parties monstrueuses, il n'y ait souvent qu'un ou deux de ces moyens qui déclarent que ce qu'elles ont de monstrueux, elles le doivent aux causes accidentelles ; il y a aussi d'autres parties monstrueuses sur lesquelles les trois moyens manifestent à la fois l'action de ces mêmes causes : par exemple, on a déjà vû que la réunion des circonstances qui accompagnent les scrotums & les testicules du Monstre de M. du Verney, annonçoient une pression qui les avoit mis dans l'état où ils avoient été trouvés. Si l'on considere

confidere ensuite par la voye anatomique, la route que les quatre testicules chassés de leurs scrotums, ont du tenir pour aller l'un dans l'aîne, l'autre dans le ventre, elle ne sera pas difficile à trouver. Enfin, des scrotums vuides, & des testicules placés hors de leur demeure naturelle, & en quelque manière à l'aventure, ne supposent pas un arrangement, un ordre, mais un-dérangement, un désordre, & ce n'est point là l'effet d'un dessein, mais d'une cause qui agit sans en avoir, d'une cause accidentelle; d'où l'on voit qu'il y a des faits monstrueux dans lesquels les causes qui les ont produits, se découvrent par tant d'endroits, que de quelque côté qu'on les confidere, ces causes se montrent par-tout.

On verra encore dans le Mémoire suivant, par la revision qui nous reste à faire de plusieurs parties singulières du Montre dont j'ai donné la description en 1724, qu'il fournit aussi plusieurs exemples dans lesquels l'action des causes accidentelles se découvre à la fois par les trois moyens rapportés, & par d'autres encore qui ne l'ont point été dans ce Mémoire; mais ce n'est pas seulement pour ces exemples, & pour quelques éclaircissements que nous pourrons tirer de cette revision, que j'entre dans le détail de ces parties, c'est encore parce qu'on a attaqué, non pas à la vérité tout ce que j'ai dit en faveur du système des causes accidentelles à l'occasion de ces parties monstrueuses, mais seulement les inductions tirées de quelques-unes de ces parties: or comme c'est, à dire vrai, l'application que j'ai faite du système des causes accidentelles aux différentes parties de ce Montre, qui a donné lieu à la contestation présente, il m'importe d'effacer autant qu'il est possible les plus légères apparences de difficultés à cet égard, & cela d'autant mieux que ce Montre qui m'appartient, fournit peut-être les preuves les plus sensibles, les plus certaines, & s'il m'est permis de le dire, les plus authentiques, que le système des causes accidentelles puisse jamais recevoir d'aucun autre Montre.

Ce qui pourra augmenter encore l'évidence & la certitude de ces preuves, ce sera la comparaison anatomique que je

ferai de ce Monstre avec un autre parfaitement de même nature, c'est-à-dire, tout-à-fait semblable extérieurement à celui dont j'ai donné la description, & qui lui ressemble & en diffère par plusieurs parties internes, & à raison de quelques circonstances dont l'effet tourne toujours au profit des causes accidentelles.

Enfin, comme les éclaircissements puisés dans quelques Monstres particuliers, en deviennent aussi pour les Monstres en général où pareilles choses se rencontrent, ma réponse à ce qui a été opposé à l'égard de quelques-unes des parties du Monstre dont j'ai donné la description en 1724, pourroit bien aussi dans la suite devenir la solution d'objections semblables qu'on fera peut-être à l'occasion d'autres Monstres.



DES VARIATIONS

*Que l'on observe dans la situation & dans le mouvement
de diverses Etoiles fixes.*

Par M. CASSINI.

CE n'est qu'après une longue suite d'années, & même de 12 Novemb.
siècles, qu'on s'est apperçû que les Etoiles fixes, outre 1738.
le mouvement journalier apparent qui leur est commun avec
toutes les Planetes, en avoient un particulier qui les entraînoit
toutes suivant la suite des Signes de l'Occident vers l'Orient.

Les ayant d'abord comparées à l'horison, qui est le seul
terme sensible que nous ayons dans le Ciel, & dont l'on peut
déterminer avec assés de facilité & d'évidence les points prin-
cipaux, tels que le Midi, le Septentrion, l'Orient & l'Occident,
on les a vûës pendant plusieurs années se lever & se coucher
aux mêmes points de cet horison. Mais dans la succession des
temps, on a remarqué que les unes s'approchoient des points
des Equinoxes pendant que les autres s'en éloignoient, sans
cependant changer de situation ou de configuration les unes
à l'égard des autres, ce qui fit juger qu'elles avoient toutes
un mouvement particulier & uniforme autour d'un point
dans le Ciel, qui n'étoit pas le Pole du Monde ou de l'Equi-
noctial, puisqu'elles ne conservoient pas à son égard la même
situation.

C'est ce que Ptolemée remarqua par les observations qu'il
fit de la hauteur méridienne de diverses Etoiles fixes dont il
trouva la déclinaison à l'égard de l'Equinoctial fort différente
de celle qui avoit été déterminée par Aristille, Timocharis
& Hypparque; au lieu que les comparant à l'Ecliptique,
qui est le Cercle que le Soleil paroît décrire dans le cours
de l'année, elles s'étoient conservées à la même distance de
ce Cercle, où Hypparque les avoit trouvées 266 années

T t ij

auparavant, ce qui lui fit juger que le mouvement propre des Etoiles fixes ne se faisoit pas de même que celui du premier mobile, autour des Poles de l'Equinoctial, mais autour des Poles du Zodiaque, qui sont les mêmes que ceux de la révolution apparente du Soleil autour de la Terre. Ce sentiment de Ptolémée a été confirmé par les observations de la plupart des Astronomes qui l'ont suivi, qui ont trouvé de leur temps les latitudes des Etoiles fixes, ou leur distance à l'Ecliptique, telles qu'on les avoit observées plusieurs siècles auparavant, ou avec des différences qu'on pouvoit attribuer aisément aux erreurs qui se glissent dans les observations.

En effet, si l'on compare la situation présente des Etoiles fixes avec celle qui est marquée dans le Catalogue de Ptolémée, on en trouve plusieurs qui s'y accordent en latitude à très-peu près, d'autres qui en diffèrent en plus ou en moins, avec des variations qu'on n'a pas encore jusqu'à présent réduites à une regle certaine, & qu'on n'a peut-être pas eu assez soin de chercher, parce qu'il n'étoit pas encore bien constant si ces irrégularités étoient réelles, ou si elles provenoient de quelque défaut dans les observations.

C'est ce que nous avons eu soin d'examiner dans la recherche que nous avons faite en dernier lieu du mouvement apparent des Etoiles fixes en longitude.

Rien ne paroît plus nécessaire pour la perfection de l'Astronomie, que la connoissance exacte de ce mouvement; car comme à la réserve de l'horison, qui est souvent chargé de vapeurs, & presque toujours rempli d'inégalités, nous n'avons point dans le Ciel de points fixes ni de cercles visibles auxquels on puisse rapporter le mouvement des Planetes, il est nécessaire de les comparer au Soleil ou aux Etoiles que l'on suppose fixes, & dont l'on doit connoître la situation, non seulement pour le temps présent, mais même pour le passé & pour l'avenir pendant un grand nombre de siècles, & c'est cependant ce que l'on ne connoissoit pas encore parfaitement.

Si l'on n'y employe que des observations d'un petit

nombre d'années, il est très-difficile de juger de la quantité exacte de leur mouvement qui est fort lent ; & les petites erreurs venant à se multiplier, en peuvent produire de grandes dans l'espace de plusieurs siècles depuis les anciens Astronomes jusqu'à nous.

D'un autre côté, si l'on compare les observations anciennes avec les nôtres, on trouve des différences considérables dans la quantité du mouvement des Étoiles qui en résulte, suivant les différentes Étoiles que l'on y emploie.

Doit-on attribuer cette différence au défaut de précision dans les observations anciennes de ces Étoiles, ou bien aux irrégularités de leurs mouvements ? c'est ce que l'on ignoroit jusqu'à présent, & qu'il étoit cependant bien important de pouvoir découvrir.

Il étoit donc nécessaire d'avoir des observations qui, quoique faites dans un moindre intervalle de temps, pussent par leur exactitude, mériter la préférence sur celles qui avoient été faites dans les siècles les plus reculés.

Ce fut dans cette vûë que dès les premiers établissemens de cette Académie & de l'Observatoire Royal, si dignes de la magnificence du feu Roy, l'on commença par s'appliquer à cette recherche.

Il auroit été difficile, faute de connoître encore parfaitement divers éléments de l'Astronomie, tels que la théorie du Soleil, sa Parallaxe & les Réfractions, de déterminer avec la précision requise leur situation à l'égard de l'Écliptique ; mais l'on pouvoit, en dirigeant une Lunette fixe à une Étoile dans le temps que le Soleil étoit dans le même parallèle, observer sa différence en ascension droite, pour la comparer à celle que l'on observeroit dans la suite des temps, & déterminer par ce moyen la quantité de leur mouvement, ce qui fut exécuté par M. Picard & mon Pere, d'abord à la Bibliothèque du Roy, & ensuite à l'Observatoire, principalement à l'égard d'Arcturus, une des plus belles Étoiles qu'il y ait dans le Ciel, qui est dans la constellation du Bouvier, & que l'on peut découvrir en plein jour presque toute l'année avec

des Lunettes de six pieds de longueur, & même au dessous.

Suivant les observations de cette Etoile, faites plusieurs jours de suite, avant le Solstice de cette année, lorsque le Soleil avoit la même déclinaison, nous avons trouvé le mouvement apparent des Etoiles fixes en longitude, de $50'' 8'''$ par année, ce qui fait un degré en près de 72 années, & une révolution entière en 26000 années, plus grande de 1000 ans que celle qu'on leur attribuoit ordinairement de 25000 années.

Mais cette détermination de la quantité du mouvement des Etoiles fixes n'a pas été le seul fruit de nos recherches; car comme on a été obligé d'y employer leur ascension droite & leur déclinaison observées en différents temps, & que ces mêmes éléments donnent leurs latitudes, nous avons été surpris de trouver dans celle d'Arcturus des différences très-considérables d'un temps à l'autre, & qui paroissent trop grandes pour qu'on puisse les attribuer à quelques erreurs dans les observations.

On avoit déjà soupçonné quelque mouvement dans la latitude des Etoiles fixes. Tycho s'en étoit apperçu le premier, suivant ce qu'il remarque dans son Traité, de la nouvelle Etoile qui parut en 1572 dans la Constellation de Cassiopée; mais il assure en même temps que cette variation n'étoit causée que par celle de l'obliquité de l'Ecliptique, & qu'elles n'en avoient réellement aucune, les unes à l'égard des autres, ce qu'il tâche de prouver par un grand nombre d'exemples qu'il rapporte de la situation ancienne de diverses Etoiles, qu'il trouve la même que celle qui résulte de ses observations.

D'un autre côté M. Halley, célèbre Astronome Anglois, ayant comparé la situation présente des Etoiles avec celle qui avoit été observée par les anciens Astronomes, jugea, comme il le rapporte dans les Transactions Philosophiques de 1719, que les différences en latitude, qu'il avoit trouvées dans quelques-unes de ces Etoiles, étoient contraires à ce qui devoit résulter de la variation de l'obliquité de l'Ecliptique.

Deux sentimens si opposés, quoique puisés dans la même source, font bien voir l'insuffisance des éléments que l'on y avoit employés, & la nécessité où l'on étoit d'avoir recours aux seules observations modernes pour décider cette question; sçavoir, si les Etoiles qu'on nomme *Fixes*, conservent toutes entr'elles la même situation, ou si elles sont sujettes à quelque variation. C'est ce que nous allons examiner, & qui nous oblige d'entrer dans un détail un peu long, mais qui est nécessaire pour l'entière conviction de ce que je prétends démontrer.

Dans le Voyage qui fut entrepris en 1672 dans l'Isle de Cayenne par M. Richer, pour vérifier divers éléments d'Astronomie, la déclinaison d'Arcturus y fut déterminée par huit observations, depuis le 9 jusqu'au 22 Juin, de 20^d 54' 15".

Nous avons préféré ces observations à celles qui furent faites à peu-près dans le même temps à l'Observatoire, parce que l'Isle de Cayenne n'étant éloignée que de 4 à 5 degrés de l'Equateur, cette Etoile étoit plus près du Zénith qu'à Paris, & par conséquent moins sujette aux erreurs qui peuvent être causées par les réfractions, & que d'ailleurs on y avoit employé de grands instrumens vérifiés avec beaucoup de soin.

Suivant ces observations, supposant l'obliquité de l'Ecliptique, de 23^d 29' 0", telle qu'elle devoit être dans ce temps-là, on a trouvé la latitude d'Arcturus, de 30^d 57' 25".

Suivant les observations que nous avons faites cette année dans la même saison par le Quart-de-cercle fixe placé dans le Cabinet de la Tour orientale, & vérifiées par celles du Soleil, faites en même temps à la Méridienne qui est dans la Salle supérieure; la latitude d'Arcturus a été déterminée de 30^d 55' 26". Ainsi dans cet intervalle qui est de 66 années, le mouvement d'Arcturus en latitude a été de deux minutes dont cette Etoile s'est approchée de l'Ecliptique.

On a employé dans la recherche de la latitude de cette Etoile, l'obliquité de l'Ecliptique de 23^d 28' 30", telle

qu'elle résulte des observations faites en dernier lieu au Perou par Messieurs de cette Académie, que nous avons cru devoir préférer aux nôtres, qui la donnent plus petite de 10 secondes, par la même raison que nous avions donné la préférence aux observations faites en Cayenne pour déterminer la situation d'Arcturus en 1672.

Si cependant on vouloit employer nos propres observations, on trouveroit le mouvement d'Arcturus en latitude encore plus grand que celui que nous venons d'établir.

Cette variation dans la latitude d'Arcturus se trouve confirmée par celle qui a été déterminée par M. Flamsteed, dans son Catalogue des Etoiles fixes, où il l'a marquée en 1690, de $30^{\text{d}} 57' 0''$, peu différente de celle que nous avons trouvée en 1695, & plus grande de $1' 34''$ que celle qui résulte de nos dernières observations, ce qui suit un mouvement progressif presque uniforme; car si l'on distribue en 66 années la variation que l'on a observée dans la latitude d'Arcturus, depuis l'année 1672 jusqu'à présent, on aura 32 secondes pour cette variation jusqu'en 1690, & $1' 28''$ depuis ce temps-là jusqu'en 1738, à 6 secondes près de celle que l'on avoit déterminée.

Il reste présentement à examiner si les variations dans la latitude d'Arcturus, ont toujours été du même sens, & de la même quantité. Nous avons eu, pour cet effet, recours aux observations de cette Etoile, faites par Tycho, entre lesquelles j'ai choisi par préférence celle du 24 Février 1584, parce qu'elle est marquée avoir été faite avec exactitude.

La hauteur méridienne de cette Etoile fut observée ce jour-là à Uranibourg, de $55^{\text{d}} 28' 15''$, dont retranchant la réfraction, de $40''$, la hauteur de l'Equateur, de $34^{\text{d}} 5' 45''$, telle qu'elle fut déterminée par M. Picard en 1672, on aura sa déclinaison de $21^{\text{d}} 21' 50''$, au moyen de laquelle & de son ascension droite, qui étoit alors de $209^{\text{d}} 11' 30''$, on trouve sa latitude de $31^{\text{d}} 0' 29''$, plus grande de $3'$ qu'en 1672, & de $4' 57''$ qu'elle n'est présentement; ce qui est à raison de $3' 13''$ pour 100 années, & de $2' 50''$ pour 88 années, intervalle entre l'observation

l'observation de Tycho & celle de l'année 1672, à 10". près de ce qu'on l'avoit trouvée pour ce temps-là.

Enfin, si l'on examine la latitude d'Arcturus, qui est marquée de $31^{\text{d}} 30'$ dans le Catalogue de Ptolémée, dressé pour l'année 137 après J. C. on la trouve plus grande de $34' 34''$ qu'à présent. Suivant cette détermination, le mouvement d'Arcturus en latitude auroit été seulement à raison de $2' 9''$ en 100 années, plus petit de 51 secondes que celui que nous avons trouvé par les observations modernes, comme il le doit être en effet, parce que cette Étoile étant alors à 27 degrés de la Vierge, près du point de la Balance, sa variation en latitude n'étoit pas augmentée comme elle l'est à présent par celle de l'obliquité de l'Ecliptique.

Il paroît donc, tant par les observations anciennes, que par les modernes, qu'Arcturus a eu un mouvement très-sensible en latitude, & qui surpasse de beaucoup celui que l'on a reconnu dans l'obliquité de l'Ecliptique, qui est tout au plus d'une minute en 100 années.

Cependant, comme on pourroit attribuer ces variations en partie à celles qui doivent résulter de cette obliquité, & en partie au défaut des observations que Tycho & les autres anciens Astronomes ont faites avec des instrumens à pinnules, avant qu'on y eût appliqué des lunettes qui en augmentent la précision ; pour ne laisser aucun doute sur un fait d'une aussi grande importance pour l'Astronomie, j'ai déterminé cette année, dans la même saison, la situation d'une Étoile dans la Jambe du Bouvier, de la 3.^{me} grandeur, nommée η par Bayer, qui n'est éloignée d'Arcturus que d'environ 5 degrés en ascension droite, & un degré en déclinaison, & j'en ai déduit sa latitude de $28^{\text{d}} 7' 19''$.

La hauteur méridienne de cette Étoile a été observée par Tycho le 7 Février 1586, de $54^{\text{d}} 36' 40''$, & supposant sa longitude telle qu'elle est marquée dans son Catalogue en 1601, de $0^{\text{f}} 13^{\text{d}} 4' 20''$, j'ai trouvé que sa latitude étoit alors de $28^{\text{d}} 7' 22''$, à 3 secondes près de celle qui résulte de nos observations ; de sorte que dans l'espace de

Mém. 1738.

V u

152 années, cette Étoile n'a point changé sensiblement de latitude; au lieu qu'on trouve dans celle d'Arcturus, une variation de 5 minutes dans le même intervalle de temps, ce qui est encore confirmé par la latitude de ces deux Étoiles, marquée dans les Catalogues de Ptolémée & de Tycho, leur différence étant dans le premier, de 41 minutes, & dans le second, de 5 minutes plus grande qu'à présent.

Il est à remarquer que les observations de ces deux Étoiles ont été faites par Tycho avec les mêmes instrumens, & que leur différence en déclinaison n'étoit que d'environ 50', ce qui ôte tout le soupçon que l'on pourroit avoir sur la variation annuelle des Étoiles fixes, causée par l'aberration de la lumière, ou sur le défaut de précision dans la division des instrumens qu'on y a employés, qui pourroit produire quelque erreur considérable dans un arc beaucoup plus grand; cependant dans l'une il y a une variation considérable en latitude, pendant que dans l'autre on n'en trouve aucune, ou s'il y en a, comme il paroît dans le Catalogue de Ptolémée, elle est en sens contraire, ce qui rend ce fait encore plus surprenant.

Toutes ces raisons jointes ensemble me paroissent être une preuve incontestable du mouvement d'Arcturus en latitude.

Après avoir ainsi établi la variation de cette Étoile, j'ai cru devoir examiner s'il n'y en avoit point de semblable dans d'autres Étoiles fixes dont j'ai déterminé pour cet effet la situation avec le plus de précision qu'il m'a été possible.

Comme Sirius qui est dans la Gueule du grand Chien, est la plus belle & la plus éclatante des Étoiles qui paroissent sur notre horizon, & que d'ailleurs M. Halley comparant en 1719, la situation présente avec celle qui avoit été déterminée par Tycho & Ptolémée, avoit jugé qu'elle avoit eu quelque variation en latitude; j'ai cru qu'elle devoit être un des principaux objets de mes recherches.

Si je n'avois consulté que le Catalogue de Tycho, en faisant, de même que M. Halley, les corrections nécessaires tant à cause de l'obliquité de l'Écliptique que Tycho estimoit

alors de 2 minutes $\frac{1}{2}$ plus grande qu'elle n'étoit au commencement de ce siècle, que par rapport à la réfraction qu'il ne croyoit pas sensible dans les Etoiles fixes dont la hauteur excède 20 degrés, j'aurois trouvé la latitude de cette Etoile pour ce temps-là, moindre de 2 ou 3 minutes qu'elle n'est présentement, ce qui, comparé à la détermination de Ptolémée qui la donne encore plus petite de 20 minutes qu'au temps de Tycho, seroit juger que cette Etoile a eu un mouvement sensible en latitude en s'éloignant, de même qu'Arcturus, du Pole septentrional de l'Ecliptique.

Mais comme nous avons les observations originales de cette Etoile, faites en grand nombre par Tycho à Uranibourg vers la fin du seizième siècle, rapportées par Albertus Cartius dans son Histoire céleste, j'ai cru devoir préférer la détermination de la latitude qui en résulte, en y employant l'obliquité de l'Ecliptique de $23^{\text{d}} 29' 30''$, telle qu'elle devoit être alors, dans la supposition qu'il y a eu dans cette obliquité, une variation d'une minute en 140 années, comme nous la trouvons présentement.

Nous y avons aussi employé la hauteur du Pole d'Uranibourg, déterminée par M. Picard en 1672, & la réfraction telle qu'elle est marquée dans la Connoissance des Temps, & qui s'est trouvée à peu-près conforme à celle que Messieurs de l'Académie ont déterminée par les observations qu'ils ont faites en dernier lieu sous le Cercle Polaire, dans des endroits qui sont encore beaucoup plus vers le Nord qu'Uranibourg.

Suivant ces observations, on trouve la latitude de Sirius, de $39^{\text{d}} 32' 10''$, qui ne diffère que de peu de secondes de celle que l'on a déterminée par les observations faites à Cayenne en 1672, de $39^{\text{d}} 31' 55''$, & qui est marquée dans le Catalogue de M. Flamsteed, de $39^{\text{d}} 32' 8''$; d'où il résulte que dans l'intervalle de plus de 100 années, Sirius n'a eu presque aucun mouvement sensible en latitude.

Il est vrai qu'on la trouve présentement plus grande de près d'une minute, mais cette différence peut être attribuée aux différents éléments qu'on y a employés, joint à la

variation causée par l'aberration de la lumière, qui doit faire paroître la latitude des Etoiles plus grande ou plus petite, suivant les différentes saisons de l'année où les observations ont été faites.

Après Sirius, nous avons examiné de la même manière la situation d'*Alhbaran* ou de l'Œil du Taureau, qui est une des trois Etoiles dans lesquelles M. Halley a jugé qu'il y avoit eu quelque variation en latitude, fondé sur la détermination de Ptolémée, & principalement sur une observation de la Conjonction de cette Etoile avec la Lune, du 11 Mars de l'année 509, faite à Athènes, rapportée par M. Bouillaud, qui l'avoit tirée d'un Manuscrit grec de la Bibliothèque du Roy; & nous avons trouvé que suivant les observations de Tycho, faites en 1589, la latitude de cette Etoile, qui est méridionale, étoit de $5^{\text{d}} 30' 23''$, plus grande de 33 secondes que celle que M. Flamsteed avoit déterminée en 1690, & de 48 secondes qu'on ne la trouve présentement; au lieu que suivant Ptolémée & ce Manuscrit grec, elle auroit dû être plus petite, ce qui fait voir l'insuffisance des observations anciennes pour une pareille recherche.

Nous avons donc jugé n'y devoir employer que nos propres observations faites depuis l'établissement de cette Académie, comparées à celles de Tycho & au Catalogue de M. Flamsteed, qui paroît avoir été dressé sur des observations fort exactes, auxquelles la plupart des nôtres s'accordent avec des différences si peu considérables, qu'on peut les attribuer aisément aux petites erreurs inséparables des observations, ou à la variation annuelle des Etoiles fixes.

Mais comme l'on pourroit m'objecter que de même que je n'ai pas jugé les observations de Ptolémée, d'une précision suffisante pour cette recherche, l'on ne doit point non plus compter sur celles de Tycho, qui ont été faites, de même que celles des Astronomes qui l'ont précédé, avec des instrumens garnis de pinnules sans lunettes; j'ai crû devoir m'assurer du degré d'exactitude qu'elles peuvent avoir, en cette manière.

Comme dans le recueil de ses observations, il y en a un grand nombre de l'Etoile Polaire lorsqu'elle a passé dans la partie supérieure & dans l'inférieure du cercle qu'elle décrit autour du Pole, j'en ai déduit la hauteur apparente du Pole d'Uranibourg, qui, étant corrigée par la réfraction, donne sa hauteur véritable de $55^{\text{d}} 54' 0''$, ou à quelques secondes près. M. Picard l'avoit déterminée avec un grand soin en 1672, de $55^{\text{d}} 54' 15''$; ainsi il ne se trouve entre ces deux déterminations, qu'une différence de 15 secondes, ce qui fait voir la précision des instruments dont Tycho s'est servi, & par conséquent celle des observations des autres Etoiles, faites avec les mêmes instruments, que j'ai eu soin d'employer dans cette recherche.

En effet, dans la comparaison que j'ai faite de ses observations avec les nôtres, j'ai trouvé dans la plupart, un accord presque aussi grand qu'entre nos propres observations.

J'ai déjà fait mention d'une Etoile de la Jambe du Bouvier, dont la latitude ne diffère que de 3 secondes de celle qui résulte de nos dernières observations. On ne trouve de même qu'une différence de 20 secondes dans le Cœur du Scorpion, de 8 secondes dans la précédente de l'Aigle, de 22 secondes dans l'Epy de la Vierge, de 16 secondes dans la Couronne boréale, de 25 secondes dans la Tête d'Ophiucus, & de 13 secondes dans celle d'Hercule.

A l'égard des Etoiles qui paroissent avoir eu quelque variation en latitude, nous trouvons d'abord le Pied d'Orion nommé *Rigel*, de même que la Luifante dans l'Epaule de la même Constellation, le Cœur du Lion & la Chevre. Les variations de ces Etoiles n'excèdent pas cependant 2 minutes depuis Tycho jusqu'à nous, ce qui les rend par conséquent beaucoup moins évidentes que celle d'Arcturus où il s'en est trouvé une de 5 minutes dans le même intervalle de temps.

Nous avons aussi remarqué quelque variation dans la latitude de la Luifante de l'Aigle, qui étoit au temps de Tycho, de $29^{\text{d}} 18' 11''$, suivant M. Flamsteed de $29^{\text{d}} 19' 11''$, & que nous trouvons présentement de $29^{\text{d}} 19' 8''$, ce qui

paroît s'accorder à la latitude que Ptolémée lui a donnée, de $29^{\text{d}} 10' 0''$.

Mais ce qu'il y a de singulier, est que la latitude de l'Etoile qui la suit immédiatement, & qui n'en est éloignée que d'environ un degré en ascension droite, & deux degrés en déclinaison, paroît avoir diminué à peu-près de la même quantité que celle-ci avoit augmenté depuis Ptolémée jusqu'à nous, puisqu'elle étoit, suivant cet Astronome, de $27^{\text{d}} 10'$; au lieu qu'au temps de Tycho, on ne l'a trouvée que de $26^{\text{d}} 45' 8''$, qu'elle est marquée dans le Catalogue de M. Flamsteed, de $26^{\text{d}} 44' 20'$, & qu'elle n'est présentement que de $26^{\text{d}} 43' 40''$.

La différence entre la latitude de ces deux Etoiles étant présentement plus grande de 36 minutes qu'au temps de Ptolémée, & de 2 à 3 minutes que suivant les observations de Tycho.

Après avoir ainsi déterminé les variations qui sont arrivées dans la latitude des Etoiles fixes, nous avons essayé de reconnoître si elles en avoient aussi quelqu'une en longitude. Mais cette recherche est sujette à de plus grandes difficultés, car comme toutes les Etoiles ont un mouvement apparent en longitude de l'Occident vers l'Orient, d'environ $50''$ par année, il faut discerner ce qui convient à ce mouvement, de ce qui peut être produit par les variations des Etoiles dans le même sens, ou dans un sens contraire, ce qui est d'autant plus difficile, que l'on ne peut pas déterminer avec la même précision la longitude des Etoiles que leur latitude.

J'ai donc examiné si parmi les observations des Etoiles fixes que j'ai faites cette année, j'en pourrois trouver quelque une qui pût me servir à découvrir s'il y avoit quelque variation dans leur longitude, & je n'en ai trouvé aucune où elle parut avec plus d'évidence, que dans la Luifante de l'Aigle & les deux Etoiles voisines qui servent à la distinguer aisément des autres Constellations qui l'environnent.

On observe ces trois Etoiles au Méridien dans les mois d'Août & de Septembre, peu de temps après le coucher du

Soleil, ce qui donne la facilité de déterminer pendant plusieurs jours de suite leur passage par le Méridien, de même que leur hauteur, comme nous l'avons fait cette année.

Comme elles sont fort près l'une de l'autre, l'erreur de l'instrument qui ne seroit pas exactement dans le plan du Méridien, ni celle d'une Pendule, quelque mal réglée qu'elle fût, n'en peut influer aucune de sensible sur leur différence horaire en ascension droite, que j'ai trouvée de $4' 11''$ entre la précédente & la Claire de l'Aigle, & de $4' 25''$ entre celle-ci & la suivante. Elles ont par la même raison cet avantage singulier, que les variations que M. Braydley a découvertes dans les Étoiles fixes en diverses saisons de l'année, causées par l'aberration de la lumière, n'y peuvent causer aucune différence sensible.

Ayant donc comparé les différences de ces Étoiles en ascension droite, converties en degrés, avec celles qui sont marquées dans le Catalogue de M. Flamsteed, réduites au temps de nos observations, j'ai trouvé que dans l'espace de 48 années la Luifante de l'Aigle s'est éloignée vers l'Orient de 48 secondes de degré de celle qui la précède, & qu'elle s'est approchée de la suivante d'une minute 13 secondes.

Ayant ensuite déterminé la longitude de ces trois Étoiles par le moyen de leur ascension droite & de leur déclinaison, j'ai trouvé la différence entre la première & la seconde, de 58 secondes, & entre la seconde & la troisième, de $1' 26''$, toutes les deux encore plus grandes qu'en ascension droite; d'où il suit nécessairement que ces trois Étoiles, ou du moins deux d'entr'elles, ont eu une variation sensible en longitude, à moins qu'on ne voulût révoquer en doute la précision des observations d'un aussi habile Astronome que M. Flamsteed, ce qui ne seroit pas équitable.

Mais pour ne laisser aucun doute sur ce sujet, j'ai examiné la situation de ces Étoiles marquée par Tycho dans son Catalogue, & j'ai trouvé que dans l'intervalle de 137 années, depuis 1601 jusqu'à présent, la Luifante de l'Aigle s'est éloignée de $4' 14''$ de celle qui la précède, & qu'elle s'est

approche en même temps de deux minutes de celle qui la suit ; de sorte que ces deux Etoiles qui étoient alors presque à distance égale de la Claire de l'Aigle , avec une différence seulement d'une minute , en sont présentement écartées l'une plus que l'autre de $5' 20''$. Une pareille variation , si elle subsistoit , devroit faire paroître dans la suite des temps , vers l'Occident de la Luitante de l'Aigle , celle qui se trouve présentement vers l'Orient à son égard.

Il nous reste présentement à expliquer de quelle manière on peut concevoir que ces variations arrivent dans les Etoiles , si elles sont réelles ou apparentes.

Comme on attribue présentement à la Terre tous les mouvements qu'on apperçoit dans les Etoiles fixes ; que l'on explique parfaitement bien leur mouvement journalier par la révolution de la Terre autour de son Axe , celui qu'elles ont en longitude par la révolution de l'Axe de la Terre autour des Poles de l'Ecliptique , & leurs variations tant en longitude qu'en latitude en diverses saisons de l'année par l'aberration de la lumière ; j'ai examiné si on pouvoit aussi lui rapporter celles que nous avons reconnues dans la longitude & la latitude des Etoiles fixes.

Si l'on avoit observé dans toutes les Etoiles une variation dont la direction fût dans le même sens , on pourroit l'expliquer aussi par quelque mouvement particulier dans l'inclinaison du plan de l'Ecliptique ; mais comme de quelque manière que l'on conçoit cette inclinaison , il seroit difficile de donner la raison par laquelle on n'en a trouvé aucune de sensible dans l'Etoile de la Jambe du Bouvier , pendant qu'on en a reconnu une si évidente dans Arcturus qui en est fort proche , & de quelle manière une des Etoiles de l'Aigle a pu s'approcher du Nord pendant que l'autre s'en est éloignée , il faut nécessairement avoir recours à quelque autre cause qui soit éloignée de la Terre où nous habitons.

Si l'on attribuoit de même ces variations à quelque mouvement du Soleil autour du centre commun de gravité de toutes les Planetes , comme M. Newton l'a supposé , il en résulteroit

résulteroit des variations dans toutes les Étoiles, dont les unes paroïtroient directes, les autres stationnaires, & les dernières rétrogrades, de même que nous les appercevons dans les Planètes supérieures, & ces mouvements seroient moins sensibles dans les Étoiles qui sont plus éloignées de ce centre, que dans celles qui en sont plus proches, ce qui expliqueroit assés bien ces apparences, si les plus grandes Étoiles que l'on juge les plus près de nous, étoient celles où l'on eût reconnu le plus de variation. Mais comme nous n'en avons trouvé presque aucune dans Sirius, qui est la plus belle de toutes, ni dans la plupart des autres de la première grandeur, que d'ailleurs la distance du centre du Soleil au centre du Monde n'excede jamais, suivant cet Auteur, le diametre entier du Soleil, ce qui seroit imperceptible à la distance des Étoiles fixes, par rapport à laquelle le diametre entier de l'Orbe annuel n'est aucunement sensible, nous avons crû en devoir chercher la cause au de-là de notre Tourbillon.

On peut donc supposer avec beaucoup de vraisemblance, que les Étoiles qui sont sujettes à quelque variation, sont leurs révolutions autour d'un centre ou d'un Astre que nous n'apercevons pas, & qui pourroit être même quelqueune de ces Étoiles que nous distinguons; car quoique nous les reconnoissions toutes pour autant de Soleils, il est très-possible que de même qu'il y a des Planètes qui font leurs révolutions autour d'autres Planètes, telles que la Lune autour de la Terre, & les Satellites autour de Jupiter & de Saturne, il y ait aussi des Étoiles fixes dont le mouvement se fasse autour d'autres Astres de la même nature, ce qui s'accorderoit à la pensée de Descartes, qui a jugé que la Terre & les Planètes étoient, dans leur première origine, des Astres lumineux qui se sont incrustés dans la suite des temps.

Ainsi comme l'on a déjà remarqué diverses variétés dans les Étoiles fixes, qu'il y en a de nouvelles qu'on n'avoit pas apperçûes auparavant, qu'il s'en est trouvé d'autres qui, après avoir paru pendant quelque temps, ont cessé de paroître entièrement, & qu'on en observe qui paroissent & disparaissent

suivant des Périodes réglées ; on peut concevoir aussi qu'il y a des Etoiles qui sont réellement fixes, & d'autres qui ont des Périodes réglées autour d'un ou de divers points dans le Ciel, avec des mouvements plus ou moins lents, suivant qu'elles sont plus ou moins éloignées de la Terre, ou du centre autour duquel elles font leurs révolutions.

Il résulte de cette hypothèse, que suivant la diverse position de ces Etoiles sur leurs orbes, les unes paroîtront avoir un mouvement en longitude de l'Occident vers l'Orient, les autres dans un sens contraire, d'autres enfin paroîtront s'approcher ou s'éloigner des Poles de l'Ecliptique, conformément aux observations.

Quoi qu'il en soit, il peut demeurer pour constant que quoique la plupart des Etoiles fixes conservent entr'elles la même situation, il y en a quelques-unes qui s'approchent ou s'éloignent les unes des autres, tant en longitude qu'en latitude, ce qu'il est, comme nous l'avons déjà remarqué, très-important de reconnoître pour le progrès de l'Astronomie, puisque c'est aux Etoiles fixes que nous rapportons principalement les mouvements des autres Corps célestes.



M E T H O D E

De déterminer la Parallaxe du Soleil par observation immédiate.

Par M. G O D I N.

JE ne crois pas qu'on ait donné jusqu'à présent une méthode directe & réductible à la pratique de trouver la Parallaxe du Soleil. Après l'ingénieux *Diagramme* d'Hypparque, illustré par Horoccius, & la Méthode d'Aristarque si cultivée dans le dernier siècle par d'habiles Astronomes, sur-tout par Riccioli & Vendelin, les deux plus fameuses que je connoisse, sont celles de M.^{rs} Cassini & Halley. Le premier, comme on sçait, nous a enseigné le moyen de la trouver par la Parallaxe de Mars acronyque, plus que double dans certaines circonstances, de celle du Soleil, moyen à peu-près semblable à celui que Tycho avoit employé dans la recherche de la Parallaxe de la nouvelle Étoile qui parut en 1672 dans la Constellation de Cassiopée.

M. Halley a fait voir que de la Conjonction inférieure éclipique de Venus avec le Soleil, qui doit arriver le 6 Juin 1761 (& il en fera à peu-près de même de toute autre) on pouvoit déduire la Parallaxe du Soleil à un degré de précision fort grand, qu'il énonce, mais dont je ne me souviens pas.

Ces méthodes supposent & de la théorie & du calcul, outre une très-grande précision dans les observations; mais celle de M. Cassini l'emporte sur celle de M. Halley, par sa fréquence, ce qui est un très-grand mérite dans ces sortes de recherches. Au lieu d'y employer le temps pour trouver la distance entre Mars & une Étoile, je voudrois me servir du Micrometre; car la parallaxe horizontale étant de 25", on ne pourra souvent l'observer que lorsqu'elle ne fera que de 15 secondes, qui répondent à une seconde de temps,

Xx ij

Sur la Montagne de Pambamarca près Quito, le 31 Août 1737.

précision souvent difficile à atteindre dans des observations de cette nature. J'aimerois mieux mesurer avec le Micrometre la distance entre la Planete & l'Etoile, que je voudrois la plus petite possible à l'horison, afin d'éviter la différence des réfractions alors considérable, je prendrois la différence en ascension droite, ou en ascension oblique, ou en hauteur, dans un moment connu, & par le moyen des hauteurs effectives prises en même temps, & les mêmes choses reprises au Méridien, j'aurois après un calcul assez simple, la parallaxe de Mars avec un peu plus de certitude.

Je m'étonne que dans quelques Voyages qui ont été faits par des personnes capables, on n'ait pas mis en pratique la méthode que je vais donner, si simple, & telle qu'on pourroit trouver une parallaxe au Soleil double de son horizontale, s'il y avoit sous chacun des Poles de la Terre un Observateur. Mais si cette extension n'est pas praticable, au moins il y a assez souvent au Nord & au Midi, des Astronomes assez éloignés les uns des autres pour en observer une dont l'horizontale ne soit qu'une partie.

Moi qui suis sous l'Equateur, par exemple, à Quito par $0^{\circ} 13' \frac{1}{4}$ de latitude Sud, je dirige & je fixe une Lunete au Soleil lorsqu'il passe par l'Equateur ou par mon Zénith. Sans égard à la hauteur exacte d'un de ses bords lors de sa médiation, je place un filet du Micrometre adapté à la Lunete, de manière qu'à midi juste, ou au moins très-près de midi & dans un instant qui me soit connu, le bord du Soleil décrive ce filet; je laisse la Lunete & le Micrometre en cet état, & y regardant la nuit, j'observe lorsque quelque Etoile y passe, en décrivant, s'il se peut, le même fil; ou bien je change sa situation, de manière que l'Etoile le décrive, & je remarque le nombre de parties, ou la quantité dont l'Etoile a été plus septentrionale ou plus méridionale que le bord du Soleil. Si dans le même instant, en un lieu fort éloigné & placé sous le même Méridien que moi, on fait la même observation, il est évident que la différence de distance de l'Etoile au même bord du Soleil, donnera l'angle

sous lequel est vû du Soleil le sinus de l'arc du Méridien intercepté d'un lieu à l'autre. La latitude de Paris est de $48^{\circ} 50' 10''$, celle de Quito est de $13^{\circ} 10''$. La somme est $49^{\circ} 3' 20''$, si la parallaxe horisontale du Soleil est, comme je la crois, de 15 secondes. Le sinus de $49^{\circ} 3' 20''$ dans cette situation, paroîtra sous un angle d'environ $11'' \frac{1}{2}$, & telle sera la différence de distance entre le bord du Soleil & l'Etoile dans les deux lieux différens, comme Quito & Paris, en observant le Soleil vers l'Équinoxe.

Au Solstice d'Été, le bord septentrional du Soleil est distant du Zénith de Quito, d'environ $23^{\circ} 58'$, & du Zénith de Paris, d'environ $25^{\circ} 6'$, il est donc à peu-près également élevé dans ces deux lieux ; & comparant alors ce bord avec une même Etoile dans ces deux lieux, la différence de distance donnera à très-peu près l'angle sous lequel est vû du Soleil la corde de $49^{\circ} 4'$, que l'on trouvera d'un peu plus de 12 secondes.

De ces observations, on déduira la parallaxe horisontale : or ces quantités sont sensibles, même de plus petites en cas que la parallaxe horisontale soit moindre que 15 secondes.

Il n'y a pas tant à espérer sur des observations semblables faites sous la Ligne & à Paris au Solstice d'Hiver, mais plus au Sud de la Ligne, on y gagneroit encore. J'ai écrit sur ce sujet à deux Astronomes à Lima, Don Pedro Peralta, & Don Joseph Bexnal. Le premier, par son grand âge & ses infirmités n'est plus guère en état d'y contribuer que par ses avis, mais l'autre est au fait & à portée de faire ces observations. Supposant Lima par $12^{\circ} 1' 50''$ de la latitude Sud*, & y faisant, ainsi qu'à Paris, des observations correspondantes, lorsque le Soleil passera par le Zénith de Lima, & lorsqu'il passera au Zénith milieu entre ceux de ces deux Villes, on aura un peu plus de 13 secondes pour l'angle sous lequel est vû du Soleil le sinus de $61^{\circ} 5' 10''$, & un peu plus de 15 secondes, c'est-à-dire, plus que la parallaxe horisontale supposée, comme il doit arriver, pour l'angle sous

* Sa véritable latitude est de $12^{\circ} 3' 30''$,

350 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
lequel est vûë la corde de ce même arc de $61^{\circ} 5' 10''$,
intercepté entre Paris & Lima.

J'ai vû qu'on pouvoit encore aller plus loin, j'ai écrit au P. Bonaventura Suaxe, Jésuite, duquel nous avons ici des observations d'Eclipses de Soleil, de Lune, & des quatre Satellites de Jupiter, qui nous ont été communiquées par Don Pedro Peralta. Ce Pere observe dans la Doctrine de S.^t Côme & S.^t Damien, qui occupe à peu-près le milieu entre les Doctrines orientales & occidentales des Missions du Paraguay. La longitude de S.^t Côme depuis l'Isle de Fer est de $322^{\circ} 8'$, & sa latitude de $27^{\circ} 26'$ Sud.

J'écris de même par cette occasion à M. Horrebow, célèbre Astronome à Coppenhague, & je le prie de communiquer l'idée de ma Lettre à Messieurs les Astronomes de Petersbourg, d'où je crois que M. Delisle est de retour.

Pour examiner le cas le plus favorable, je suppose la latitude de Petersbourg, de $60^{\circ} 0'$. La distance entre les paralleles de Petersbourg & de S.^t Côme est donc de $87^{\circ} 26'$. Si l'on observe dans chacun de ces lieux la distance d'une même Etoile fixe à un des bords du Soleil, lorsque ce bord sera à peu-près dans le parallele moyen entre ces deux, ou lorsque sa déclinaison sera de 16° & environ $17'$ septentrionale, la différence ou la comparaison des distances, donnera l'angle sous lequel sera vûë la corde de $87^{\circ} 26'$, que l'on trouvera de 20 secondes $\frac{1}{2}$ à très-peu près; & ainsi des autres lieux terrestres où l'on pourra faire des observations semblables.

Telle est la méthode à laquelle tous les Astronomes ont sans doute pensé, mais qu'on n'a pas mise en pratique par la trop grande proximité les uns des autres. Pour convenir autant qu'il est possible à présent, des moyens de faire ces observations, je compte moi observer ici le bord septentrional du Soleil, & le comparer à plusieurs Etoiles les plus voisines de ce bord; c'est aussi ce que j'écris de faire aux Astronomes du Sud, auxquels j'en donne avis, ainsi ceux

du Nord pourront, s'ils le jugent à propos, se régler là-dessus; j'emploierai une Lunete d'environ 14 pieds.

Des Étoiles de la première & seconde grandeur qui passeroient de jour par le Méridien, seroient, toutes choses égales, préférables par la grande commodité de leur voir décrire un fil sans l'éclairer.

Que les lieux des observations soient sous différents Méridiens, cela n'est d'aucune conséquence. La véritable obliquité de l'Ecliptique étant connuë, on aura toujours cette différence des Méridiens & le lieu du Soleil assés justes pour sçavoir avec précision son mouvement en déclinaison pendant l'intervalle de deux médiations.

Les réfractions ne feront aucun obstacle, puisqu'il n'est question que d'un très-petit intervalle à une même hauteur dans chaque lieu, & en se servant du même bord du Soleil, on n'a pas besoin de connoître ses diametres apparents.

Voilà tout ce que je suis en état de dire sur cette méthode, que j'ai été pressé de mettre par écrit, afin de l'envoyer assés à temps en Europe, pour espérer des observations correspondantes à celles que je compte faire à l'Equinoxe de Mars & au Solstice d'Été de 1738, & peut-être encore à l'Equinoxe suivant, qui me paroît devoir être le terme le plus éloigné de notre séjour vers la Ligne.

J'aurois souhaité pouvoir indiquer moi-même les Étoiles les plus propres à ces observations dans chaque lieu, afin d'en convenir de part & d'autre, mais l'occasion qui s'offre d'envoyer ceci en Europe est instante; & où j'écris ceci, je n'ai d'autres Livres que des Tables de Logarithmes, dénué d'ailleurs de toutes sortes de commodités, sous l'abri d'une tente qu'un vent continuel & forcé, semble nous envier, & où le degré de chaleur, quoique sous la Ligne, est indiqué par la division 3 au-dessous du terme de la glace dans le Thermometre de M. de Reaumur.

*ADDITION à la Méthode de trouver la Parallaxe
du Soleil par observation immédiate.*

Quint. 4 Juin
1738. SUR la fin d'Août de l'année dernière, je profitai d'une occasion fort pressée qui se présenta, pour envoyer & soumettre au jugement de l'Académie, une Méthode que j'avois imaginée, d'observer immédiatement la Parallaxe du Soleil. Le peu de temps, le manque de Livres, particulièrement dans le lieu où j'étois, ne me permirent pas alors d'en dire davantage; mais ce que j'en communiquai, suffisoit & au de-là, pour être perfectionné par les Astronomes qui devoient le voir, en cas d'une approbation de leur part.

Depuis ce temps-là, j'ai pensé de nouveau à l'exécution de cette méthode, & je crois l'avoir rendu plus générale & plus aisée; on en jugera par ce que je dirai ici, après quelques remarques sur la nouveauté de l'invention.

Je m'étonnois qu'on n'eût pas en effet pratiqué cette méthode à laquelle j'étois persuadé que plusieurs avoient pensé, c'est ainsi que je m'en suis expliqué. Ayant eu depuis occasion de relire les Ouvrages de feu M. Cassini, j'ai trouvé cette même méthode indiquée pour qui lit avec quelque réflexion, mais en même temps rejetée comme non praticable, dans le sens que M. Cassini paroît avoir eu seulement en vûe, & avec la condition qu'il semble regarder comme indispensable, de voir le Soleil avec les Etoiles parmi lesquelles il se trouve, comme il arrive à l'égard des autres Planetes.

On pourroit inférer de-là qu'en effet M. Cassini n'a pas cherché à voir jusqu'où pouvoit s'étendre ce qu'il propoisoit, ou la Méthode en général, & qu'uniquement occupé de celle qui employe les observations de Mars visible avec les Etoiles qui l'accompagnent, & dont la Parallaxe, plus que double de celle du Soleil, offroit un avantage considérable, il n'a pas fait sur les autres toutes les réflexions qu'il auroit pu faire.

C'est

C'est dans les *Eléments d'Astronomie*, *vérifiés par les observations*, &c. où parlant de la Parallaxe des Planètes, il dit : *La Parallaxe du Soleil n'est pas la plus facile à déterminer ; car outre qu'il n'est jamais si proche de la Terre que le sont quelquefois Mars, Venus & Mercure, on ne le voit point ordinairement parmi les Etoiles fixes avec lesquelles on le puisse comparer de divers endroits de la Terre ou d'un même lieu à diverses heures du jour, qui sont les manières les plus sûres de trouver les Parallaxes.*

Cette même idée à laquelle M. Cassini s'arrêta alors, subsiste encore dans ce qu'il dit ensuite pour trouver la Parallaxe du Soleil par celle de Mars observé de divers lieux.

La meilleure méthode pour chercher la Parallaxe de Mars par la correspondance des observations faites à Paris & en Cayenne, auroit été d'observer par la Lunette la conjonction précise de cette Planète avec une Etoile fixe, &c. & ensuite : Cette occasion de la conjonction précise de Mars avec une Etoile fixe vüe en même temps de l'un & de l'autre lieu, ne s'étant pas présentée, nous avons cherché des hauteurs méridiennes de Mars à peu-près égales à des hauteurs méridiennes des Etoiles fixes qui en étoient proche, observées les mêmes jours à Paris & en Cayenne. Page 98.

A l'égard de la conjonction précise de Mars avec une Etoile fixe, quand même il en seroit arrivé une, il y auroit encore eu quelque difficulté à déduire la Parallaxe, & plus que M. Cassini n'en représente en tout cet endroit, où il regarde les deux stations comme si elles étoient sous un même Méridien, & que la conjonction précise arrivât au moment de la médiation. Je sçais qu'encore que tout cela n'arrive presque jamais ainsi, on ne laisse pas d'en tirer la Parallaxe, comme on le peut voir quelques pages plus loin que ce que je viens de citer ; & je ne remarque pas cela pour diminuer rien de l'estime qu'on a donnée généralement & justement à cette belle Méthode, c'est seulement pour faire envisager les petites difficultés qui s'y rencontrent.

M. Cassini a donc recours aux hauteurs méridiennes de la Planète, & de quelques Etoiles fixes voisines d'elle, observées de part & d'autre les mêmes jours.

Mém. 1738.

Y y

C'est en cet endroit principalement que je m'étonne qu'il n'ait pas donné pour précepte de fixer une Lunete à la Planete à l'instant de sa médiation, & de comparer avec ce même instrument immobile les Etoiles non seulement voisines, mais même toutes celles qui se trouvoient dans le même parallèle que la Planete ; moyen incontestablement plus précis, plus commode même que celui qui fut exécuté.

Je dis de plus que malgré l'avantage en ce cas, de rechercher une quantité presque trois fois plus grande qu'une autre, je suis persuadé que si M. Cassini eût ajouté ce précepte de plus à sa méthode, il eût préféré la recherche immédiate de la Parallaxe même du Soleil, & il eût dit : *Quoiqu'on ne voye point ordinairement les Etoiles fixes parmi lesquelles il se trouve, on le peut néanmoins comparer de divers endroits de la Terre avec d'autres qui ont la même déclinaison, & passent au Méridien à la même hauteur & par la même Lunete fixée à l'un de ses bords au moment de sa médiation.* Et c'est précisément ce que j'ai proposé.

Car je ne crois pas que l'on doute qu'un instrument fixe, tel qu'un Micrometre appliqué à une Lunete immobile de 15 pieds environ, par le moyen duquel on peut aller à la précision d'une seconde, ne soit préférable à un instrument qu'il faut remuer, ou du moins qui ne donne les hauteurs qu'à 5" près, comme il paroît par les observations faites alors, & qui est sujet d'ailleurs à quantité d'autres vérifications, toujours mêlées de quelques incertitudes.

Quant au choix de la Planete dont la parallaxe doit servir de fondement à celle du Soleil, je crois qu'à employer le Soleil même, les avantages réciproques se compenseront au moins.

En tous les temps de l'année on le peut observer à cet effet, ses déclinaisons & son mouvement en ce sens sont mieux connus, & ses bords sont des points plus aisés à saisir que ceux des autres corps célestes propres à cette recherche. Mais il y a outre cela à l'employer un avantage considérable, & qui ne pouvant être contredit, n'a point de parité dans

les autres Planetes, c'est qu'il n'est pas nécessaire que les observations faites en divers lieux de la Terre soient faites en même temps, puisque, comme on verra ci-après, un intervalle de quelques années qui passeroit entre les observations correspondantes à diverses latitudes, n'ôtéroit rien à la bonté de la méthode ni à la précision de ce qu'on en déduiroit. Voyons maintenant les moyens de l'exécuter.

Si l'on veut employer les observations correspondantes faites en divers lieux de la Terre par divers Observateurs, il faut convenir des lieux, des bords du Soleil & du temps auquel on fera ces observations, & dans ce cas il vaudra mieux les faire lorsque le Soleil décrira le parallèle qui divise en deux parties égales la différence en latitude de ces deux stations, mais cet avantage ne se rencontrera pas toujours, & souvent ne sera pas possible. Outre cela, avant qu'on soit en effet bien d'accord sur les lieux & les temps, il se passera un intervalle considérable, & cette méthode aura peut-être le même sort que quelques autres qu'on ne peut mettre en pratique, parce qu'elles dépendent de divers événements rares & de conditions trop difficiles : car quoique j'aye écrit il y a long-temps au Nord & au Sud, je n'ai pas lieu d'espérer si-tôt une parfaite correspondance. Je ne pus moi-même observer ici à l'Équinoxe du Printemps de cette année, & j'ai déjà vu que par les observations au Solstice d'Été, je n'aurai pas toute la facilité possible, à cause de la petitesse des Étoiles qui se trouvent alors dans le parallèle du Soleil, lesquelles j'ai examinées avec attention.

Ces difficultés m'ont fait chercher de nouveau à rendre la méthode plus générale, & d'une plus sûre exécution.

Je suppose, par exemple, que les observations seront faites à Quito & à Paris. Le cas le plus favorable est de les faire au Solstice d'Été, & alors la Parallaxe horizontale du Soleil étant, comme je la prends, toujours de $15''$, on trouvera au Soleil une parallaxe particulière d'un peu plus de $12''$.

A l'Équinoxe, observant dans ces deux lieux, on aura une parallaxe de $11\frac{1}{2}$. Ce sont-là les deux extrêmes que je choisis.

356 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

Or depuis l'Equinoxe du Printemps jusqu'à celui d'Automne, pendant tout le temps que le Soleil est au Septentrion de l'Equateur, il rencontre les paralleles de diverses Etoiles fixes considerables & aisées à observer & à voir même de jour; telles sont celles de la première & de la seconde grandeur, que j'ai rangées dans la Table suivante avec leur déclinaison pour le 1.^{er} Janvier 1739, & leur variation annuelle en ce sens; j'y ai marqué les jours de l'année auxquels le Soleil a une déclinaison septentrionale à peu-près égale à celle de ces Etoiles, & enfin l'heure de la médiation de ces Etoiles alors.

NOMS, CARACTERE ET GRANDEUR DES ETOILES.	Déclinaif. Septentr.	Mouven. annuel en déclinaif.	TEMPS DE L'ANNÉE	
			Auquel la déclinaison du Soleil est la même environ que celle de ces Etoiles, & Heure de la médiation de ces Etoiles.	
	D. M. S.	S. T.	H. M.	H. M.
La Mâchoire de la Baleine... α 2	3 2 42	15 5 a	28 Mars 1 12 S.	15 Sept. 2 8 M.
Procyon..... α 2	5 53 46	7 0 0	5 Avril 6 28 S.	8 8 18 M.
L'Epaule orientale d'Orion.. α 1	7 17 24	1 50 0	8 4 33 S.	4 6 49 M.
La Claire du Col du Serpent. α 2	7 17 47	12 20 0	8 2 26 M.	4 4 38 S.
La Claire de l'Aigle..... α 2	8 12 5	8 20 a	10 6 24 M.	2 Sept. 8 51 S.
La Tête du Serpenteaire.... α 2	12 47 28	3 25 0	24 3 18 M.	19 Août 7 27 S.
Regulus..... α 1	13 13 24	17 17 0	25 7 43 S.	18 0 3 S.
Algenib de Pegase..... γ 2	13 43 53	20 19 a	27 9 42 M.	16 2 18 M.
Markab de Pegase..... α 2	13 45 44	19 25 a	27 Avril 8 34 M.	16 1 10 M.
La Queue du Lion..... ϵ 2	16 1 10	20 0 0	5 Mai 8 46 S.	9 2 19 S.
Le pied d'ant des Gemeaux. γ 2	16 35 50	1 50 0	6 3 30 S.	7 Août 9 14 M.
Arcturus..... α 1	20 34 20	17 25 0	23 Mai 10 3 S.	21 Juil. 6 1 S.
La Claire de la Tête d'Aries. α 2	22 13 11	18 0 a	2 Juin 9 13 M.	11 Juil. 6 32 M.

C'est avec ces Etoiles qu'il faudra comparer l'un & l'autre bord du Soleil dans les temps de l'année auxquels leur déclinaison sera la même, & qu'ils passeront au Méridien par une même Lunete immobile.

Il faudra donc fixer la Lunete à l'Etoile fixe à l'instant de la médiation, en sorte qu'elle décrive s'il se peut, le filet central de la Lunete; & alors on aura pour la comparer avec le Soleil, tout le temps qui sera nécessaire pour que la déclinaison du Soleil varie d'une quantité égale au champ de la Lunete & au diamètre du Soleil joints ensemble. Si la Lunete, par exemple, a 20 minutes de champ, & que le diamètre du Soleil soit de 32 minutes, il faudra que la variation ait été de 52 minutes, ce qui, dans l'Équinoxe même où cette variation est la plus grande, ne se fait qu'en plus de deux jours.

Lorsque les Étoiles passeront de nuit au Méridien, sachant l'heure exacte de ce passage, il sera facile de fixer une Lunete de manière que l'Etoile décrive le filet immobile qui passe par son centre. Mais lorsqu'elles passeront de jour, il faudra se servir du Soleil, & diriger la Lunete à un des bords de cet Astre à midi, & que ce bord ne fût que paroître en haut ou en bas de la Lunete, le jour auquel la différence de déclinaison de ce bord & de l'Etoile sera égale à la moitié du champ de la Lunete, & la position de la Lunete sera rectifiée ensuite par les passages de l'Etoile qu'on observera. On voit bien que le bord qu'il faut choisir pour cette opération, est celui qui parvient le premier à avoir la même déclinaison que l'Etoile; depuis l'Équinoxe de Mars jusqu'au Solstice de Juin, ce sera le bord septentrional; & ce sera le méridional depuis le Solstice de Juin jusqu'à l'Équinoxe de Septembre.

Ainsi voulant observer ici à 13 minutes de latitude Sud, le Soleil avec la Claire de la Tête d'*Aries* après le Solstice de Juin de cette année 1738, c'est-à-dire, vers le 11 de Juillet, je vois que cette Etoile passe alors de jour, & que sa déclinaison est exactement pour ce temps-là de $22^{\circ} 13' 2''$. Ce sera le bord méridional du Soleil qui parviendra le premier à rencontrer son parallèle, & j'y fixerai une Lunete ordinaire à deux verres convexes, dont le demi-champ est de 10 minutes. Le bord méridional du Soleil y sera

l'inférieur en apparence, & cet Attre s'approchant de jour en jour de mon Zenith, il paroîtra chaque jour baïfler dans la Lunete: Donc pour faire en forte que l'Etoile paffé par fon milieu, il faut mettre le haut du champ de la Lunete fur le bord inférieur apparent du Soleil lorsque la déclinaïfon de ce bord fera plus grande de 10 minutes que celle de l'Etoile, & par conféquent de $22^{\circ} 23' 2''$, ou lorsque la déclinaïfon proprement dite du Soleil, ou de fon centre, fera de $22^{\circ} 38' 51''$, parce qu'alors fon demi-diametre eft de $15' 49''$.

Je trouve qu'à Quito le 7 Juillet à midi 1738, la déclinaïfon du Soleil eft de $22^{\circ} 36' 1''$, & c'est-là le midi le plus voifin du temps auquel le Soleil a la déclinaïfon cherchée. Je fixe donc ce jour-là une Lunete au bord inférieur apparent du Soleil à midi jufte, en mettant ce bord au haut du champ de la Lunete, & à l'heure de la médiation fuivante de l'Etoile elle doit à très-peu près paffier par le centre de la Lunete: alors fi je veux qu'elle y paffé exactement, je rectifie fa pofition, & fais en forte qu'elle décrive le fil horizontal fixe, & qu'elle paffé par le vertical à l'heure jufte calculée de fa médiation, ou bien je tiens compte de la quantité dont elle paffé au-deffus ou au-deffous ce fil, & tant que le Soleil paroît dans cette Lunete à midi, je mefure avec le Micrometre, de combien l'un ou l'autre de fes bords paffé plus haut ou plus bas que le fil central, ce qui donne exactement pour chaque jour la différence en déclinaïfon du bord obfervé du Soleil & de l'Etoile.

Si l'on fait la même obfervation dans un lieu beaucoup plus feptentrional que moi & fous le même Méridien, c'est-à-dire, au même instant, la différence que l'on trouvera dans les diftances du bord du Soleil à l'Etoile fera toute une certaine parallaxe, de laquelle on déduira aifément la Parallaxe horizontale du Soleil. Mais fi les lieux diffèrent en longitude, on aura égard au changement de déclinaïfon du Soleil dans l'intervalle de fon paffage par les deux Méridiens différens, ce qui n'ôte rien, ou prefque rien à la pécifion de la méthode, comme je l'ai indiqué dans mon *Traité de l'Obliquité de*

L'Ecliptique, observée en 1736 & 1737. S. 25.

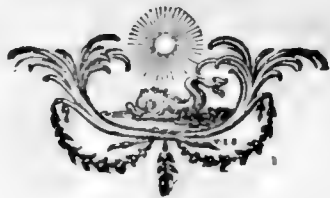
Ce sont-là les observations que je tâcherai de faire autant que je pourrai, depuis le Solstice prochain jusqu'à l'Equinoxe de Septembre de cette année & au de-là, s'il y a lieu, par le moyen des Etoiles, & avec les conditions indiquées dans la Table mise ci-dessus : car je ne compte pas beaucoup sur celles que je ferai au Solstice même, par la raison que j'ai dite plus haut, & parce que la plupart de ces observations seront faites dans des lieux plus méridionaux que cette Ville, cela augmentera d'autant leur utilité, puisque la différence des latitudes sera toujours un peu plus grande.

Or il n'y a pas lieu d'espérer une correspondance entière & prompte à ces observations que je compte faire : car avant que ceci soit parvenu à l'Académie, & sçu des autres Astronomes de divers Pays, les miennes seront vraisemblablement achevées. Mais aussi cette correspondance n'est-elle pas absolument nécessaire ? Et quoiqu'à Paris on ne fit ces observations qu'une ou plusieurs années après celles que je veux faire ici, on n'en tireroit pas moins la Parallaxe du Soleil ; car ce qui fera varier les observations d'une année à l'autre, n'est que le changement d'obliquité de l'Ecliptique, celui des diamètres apparents, à cause du mouvement de l'Apogée, & le changement de déclinaison des Etoiles fixes : Quelques autres causes qu'on pourroit imaginer, ne paroissent pas avoir de lieu ici, où les observations doivent être faites dans les mêmes temps de l'année. Or ces trois causes, dont il n'y a guère que la dernière qui produise quelque effet, sont absolument connus & leurs effets déterminés ; c'est pourquoi quand même l'intervalle entre les observations correspondantes faites ici & à Paris, seroit, par exemple, de quatre années, & il ne peut pas être plus grand, on pourra toujours exactement réduire les observations faites dans un temps à celles qu'on auroit faites avant ou qu'on feroit dans la suite. Car le mouvement des Etoiles fixes en déclinaison, qui, comme j'ai dit, est ici la cause la plus sensible, & presque la seule sensible de variation, est très-bien déterminé par les

Astronomes qui, quoique différents entr'eux quelquefois dans les déclinaisons mêmes & dans les autres signes de leur situation réciproque & de celle qu'elles ont à l'égard des termes élémentaires des mouvements celestes, s'accordent néanmoins dans le changement en déclinaison qu'ils leur attribuent. On sçaura toujours qu'en quatre années, la Claire de la Tête d'*Aries* aura augmenté en déclinaison de $1^{\circ} 12''$, sans qu'il y ait une seule seconde d'erreur dans cette détermination.

Il n'y a donc, si je ne me trompe, qu'à faire les observations avec exactitude, & si je puis y parvenir ici, je regarde désormais comme connu la véritable Parallaxe horizontale du Soleil, l'un des plus curieux éléments de l'Astronomie, & qu'on n'a jusqu'à présent déterminée qu'indirectement & à peu-près.

AVERTISSEMENT. *J'ai supposé ici, & n'ai point voulu répéter ce que j'ai déjà dit sur le même sujet dans un premier Ecrit du 31 Août 1737, & dans mon Obliquité de l'Ecliptique, S. 25.*



SUR LE SOLSTICE D'ÉTÉ

de l'Année 1738.

Par M. LE MONNIER le Fils.

IL y a déjà quelques années que je me fers d'une Méthode nouvelle pour déterminer les temps des Solstices, des Equinoxes, & les Ascensions droites des Astres. Cette Méthode que *Flamsteed* a publiée le premier, & que l'on trouve expliquée fort au long dans les Prolegomenes du 3.^me volume de l'Histoire Céleste d'Angleterre, a depuis été proposée par M. *Mayer** & par M. *Manfredi*** . On ne doit pas être étonné si une méthode aussi simple, puisqu'elle ne suppose qu'une légère connoissance de la Sphere, a été adoptée tout d'un coup par un très-grand nombre d'Astronomes ; elle est d'une si grande importance en Astronomie, qu'il semble que c'est le seul moyen de parvenir à une connoissance exacte des Eléments Astronomiques, tels que les Réfractions, la Hauteur du Pole & les Equations du centre du Soleil.

* *Academ. Petropolit. tom. 4.*

** *De Geomet. meridiano Bernicensi. cap. 20.*

En effet on n'a guère employé jusqu'ici dans la recherche de tous ces éléments, que des Méthodes indirectes ou semblables à celles que l'on trouve dans presque tous les Eléments d'Astronomie pour déterminer la hauteur du Pole ou la latitude d'un lieu : on y propose communément de corriger les observations de la plus grande & de la plus petite hauteur de l'Etoile Polaire par une Table des Réfractions que l'on a soin d'indiquer ; mais lorsqu'on cherche comment cette Table des Réfractions a été construite, on voit d'abord qu'il a fallu supposer la hauteur du Pole exactement connuë.

Il faut avouer néanmoins que dans ces dernières années on a inventé plusieurs Méthodes fort ingénieuses, & auxquelles on peut bien donner le nom de Méthodes directes ; mais comme elles n'ont point été pratiquées par les Auteurs

Mém. 1738.

Z z

qui les ont proposées, & qu'elles supposent d'ailleurs divers instruments particuliers & quelques préparations assez longues, je ne sçauois dire ici à quel degré de précision on pourra parvenir lorsqu'on en voudra faire usage, c'est pourquoy je les comparerai dans la suite, autant qu'il me sera possible, avec celle dont je me sers aujourd'hui.

Quant aux hauteurs méridiennes du Soleil observées au temps du Solstice d'Été, elles pourront peut-être servir bientôt à éclaircir la fameuse Question touchant l'Obliquité de l'Ecliptique. J'ai employé pour cette recherche plusieurs Quart-de-cercles semblables à celui de M. de Louville, & je les ai vérifiés à l'horison & au Zénith quelques jours avant & après le Solstice d'Été, m'étant servi pour cet effet des Etoiles de la *grande Ourse*, du *Bouvier* & d'*Hercule*, dont les vraies distances au Zenith ont été observées en même temps au Secteur que nous avons rapporté de Lapponie.

Les passages au Méridien du Soleil & d'*Arcturus*, qui est l'Etoile dont on s'est proposé de déterminer l'Ascension droite, ont été conclus d'un grand nombre de hauteurs correspondantes prises environ deux heures avant & après leur passage au Méridien. Je rapporterai ici toutes ces observations telles que je les ai faites, afin qu'on pût mieux juger du degré de précision auquel on peut parvenir aujourd'hui dans la recherche des Ascensions droites des Astres.

Le 28 Mai 1738,

Hauteurs correspondantes du bord supérieur du Soleil.

A l'Orient.		A l'Occident.		midi non corrigé 6 ^h 4'. 19"	
10 ^h 5' 37"	54° 10' 0"	2 ^h 3' 1"	0 ^h 4' 19"	Cor. seu. 5	
10 5 47 $\frac{1}{2}$	54 10 + 50 ^{P. Micr.}	2 2 50 $\frac{1}{2}$	0 4 19	0 ^h 4' 14" midi vrai.	
10 10 53	54 50 0	1 57 44 $\frac{1}{4}$	0 4 18 $\frac{1}{2}$		
10 11 4 $\frac{1}{2}$	54 50 + 50				
10 17 40 $\frac{1}{2}$	55 40 0	1 50 58 $\frac{1}{4}$	0 4 19 $\frac{1}{8}$		
10 17 52	55 40 + 50	1 50 47	0 4 19 $\frac{3}{8}$		

Le 29 Mai, Hauteurs correspondantes du bord supérieur du Soleil.

A l'Orient.	A l'Occident.	midi non corrigé	0 ^h 4' 43"
10 ^h 28' 17" 57° 0' 5"	1 ^h 41' 9" 0 ^h 4' 43"	Cor. soust. 4 ¹ / ₂	
10 28 29 57 0 5+50 ^P	1 40 56 ³ / ₄ 0 4 42 ⁷ / ₈	0 ^h 4' 38 ¹ / ₂ "	midi vrai
10 32 44 57 30 0	1 36 42 ¹ / ₂ 0 4 43 ¹ / ₄		
10 32 57 57 30+50	1 36 30 0 4 43 ¹ / ₂		
10 35 47 ¹ / ₂ 57 50 0	1 33 36 ^{dout} 0 4 41 ³ / ₂		

Par ces observations la Pendule accéléroit sur le mouvement vrai du Soleil de 0' 24" ¹/₂ en 24 heures.

Le même jour au soir, Hauteurs correspondantes d'Arcturus.

A l'Orient.	A l'Occident.	Passage au Méridien.	9 ^h 42' 58 ¹ / ₄ "
7 ^h 43' 32" 53° 0' 0"	11 ^h 42' 26"	} Dou- teuses.	9 ^h 42' 59":
7 43 42 53 0+50 ^P	11 42 16		9 42 59":
7 47 28 ¹ / ₂ 53 30 0	11 38 27 ³ / ₄		9 42 58 ¹ / ₈
7 47 39 ¹ / ₂ 53 30+50	11 38 17		9 42 58 ¹ / ₄
7 51 29 ¹ / ₂ 54 0 0	11 34 27		9 42 58 ¹ / ₄
7 51 40 ³ / ₄ 54 0+50	11 34 16 ¹ / ₂		9 42 58 ⁵ / ₈

On fera donc, si en 24^h 0' 24" ¹/₂, il passe 361° 0' 55", combien en 9^h 38' 19" ⁵/₆?

On trouvera 144° 57' 0" pour différence en ascension droite apparente entre le Soleil & *Arcturus* le 29 Mai à midi: mais l'Aberration d'*Arcturus* étoit 17" à l'Orient le 29 Mai; donc la vraie différence en ascension droite entre le Soleil & *Arcturus*, le 29 Mai à midi, se trouve par ces observations, de 144° 56' 43".

J'ai observé le 29 Mai la hauteur du bord supérieur du Soleil que je donne ici, sans faire aucune correction pour le Quart-de-cercle.

Le 29 Mai. 63° 4' 13"

Le 30 Mai. 63 13 10

On doit remarquer que dans ces deux observations le fil à plomb qui est suspendu au centre du Quart-de-cercle, tomboit sur les points 63° 0' 0" & 63° 10' 0", de sorte

Z z ij

364 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

qu'on a conclu les minutes & secondes, dont la hauteur du bord supérieur surpassoit celles qui étoient indiquées sur le Quart-de-cercle, par le moyen du Micrometre qui est appliqué à la Lunette du même instrument ; or il est évident que lorsque le Soleil a paru au mois de Juillet à peu-près à la même hauteur qu'aux 29 & 30 Mai, on a été en état d'en connoître la différence bien plus exactement que par telle autre méthode qu'on voudra ; car cette différence a pu se connoître indépendamment des erreurs de la division du Quart-de-cercle.

J'ai observé le 14 Juillet 1738 la hauteur du bord supérieur du Soleil de. 63° 9' 28"

Le 15 Juillet 63° 0' 18"

Ces hauteurs du Soleil, comparées à celles du mois de Mai, pourroient bien servir à déterminer le moment du Solstice d'Été par les méthodes ordinaires.

Mais comme nous nous proposons dans ce Mémoire, de rechercher l'Ascension droite d'*Arcturus*, voici les passages au Méridien du Soleil & de cette Etoile, observés le 14 & le 15 Juillet.

Le 14 Juillet, Hauteurs correspondantes du bord supérieur du Soleil.

A l'Orient.			A l'Occident.			midi non corrigé		
9 ^h 53' 41 ¹ / ₂	53° 20'	0"	2 ^h 6' 56 ¹ / ₂	0 ^h 0'	19 ¹ / ₈	0 ^h 0'	19 ¹ / ₈	Cor. addit. 4 ¹ / ₂
9 53 52	53 20+50 ^P		2 6 47	0 0	19 ¹ / ₂	0 ^h 0'	19 ¹ / ₂	0 ^h 0' 24" midi vrai.
9 57 29 ¹ / ₂	53 50	0	2 3 9 ¹ / ₂	0 0	19 ¹ / ₈			
9 57 39 ³ / ₄	53 50+50		2 2 59 ¹ / ₂	0 0	19 ¹ / ₂			

Le même jour au soir, Hauteurs correspondantes d'*Arcturus*.

A l'Orient.			A l'Occident.		Passage au Mérid.	
4 ^h 29' 58 ¹ / ₂	53° 0'	0"	8 ^h 28'	54 ¹ / ₂	6 ^h 29'	26 ¹ / ₈
4 30 9 ¹ / ₂	53 0+50		8 28 43 ¹ / ₂		6 29	26 ³ / ₈
4 33 55 ³ / ₄	53 30	0	8 24 56 ¹ / ₂		6 29	26 ¹ / ₈
4 34 6 ¹ / ₂	53 30+50		8 24 46		6 29	26 ¹ / ₈
4 37 57	54 0	0	8 20 55		6 29	26
4 38 8 ¹ / ₂	54 0+50		8 20 43 ¹ / ₂		6 29	26
4 42 4	54 30	0	8 16 47 ¹ / ₂		6 29	25 ⁷ / ₈
4 42 15 ¹ / ₂	54 30+50		8 16 36 ¹ / ₂		6 29	25 ⁷ / ₈

*Le 15 Juillet, Hauteurs correspondantes du bord supérieur
du Soleil.*

A l'Orient.	A l'Occident.	midi non corrigé	oh	o' 40 ¹¹ / ₈
9 ^h 55' 9" 53° 20' + 50 ^p .	2 ^h 6' 10 ¹¹ / ₂	oh	o' 39 ¹¹ / ₈	Cor. addit. 5
9 58 48 ¹ / ₃ 53 50 0	2 2 33	0	0 40 ⁵ / ₈	oh o' 45 ¹¹ / ₂ midi vrai
9 58 59 53 50 + 50	2 2 22 ¹ / ₄	0	0 40 ⁵ / ₈	
10 2 40 ³ / ₄ 54 20 0	1 58 40 ¹ / ₂	0	0 40 ⁵ / ₈	
10 2 51 ³ / ₄ 54 20 + 50	1 58 30	0	0 40 ⁷ / ₈	

Par ces observations la Pendule accéléroit sur le mouvement vrai du Soleil de 21^h ¹/₂ en 24 heures.

On fera donc, si en 24^h 0' 21^h ¹/₂, il passe 361° 0' 45", combien en 6^h 29' 2" 10'''?

On trouvera 97° 30' 30" pour différence en ascension droite apparente entre le Soleil & *Arcturus* le 14 Juillet 1738 à midi ; & retranchant 4" pour l'Aberration d'*Arcturus* à l'Orient, on aura la vraie différence en ascension droite de 97° 30' 26".

Si le Soleil avoit paru le 14 Juillet à la même hauteur, c'est-à-dire, à une distance égale du Colure des Solstices, qu'au 29 Mai, il est évident que le milieu entre ces deux nombres 144° 56' 43" & 97° 30' 26" seroit l'arc de l'Equateur compris entre le Colure des Solstices & le Méridien qui passe par *Arcturus*, c'est-à-dire, en y ajoutant 90° qu'on auroit alors exactement la vraie Ascension droite d'*Arcturus* pour le jour du Solstice d'Eté, qui est le milieu de l'intervalle de temps écoulé entre ces observations ; mais le Soleil a paru moins élevé le 14 & le 15 Juillet qu'aux 30 & 29 Mai, de 3' 42" & 3' 55".

C'est pourquoi on trouve que le Soleil a dû paroître le 30 Mai à 2^h 5' du matin ou environ, à même distance du Colure des Solstices qu'au 14 Juillet à midi. Il faut donc trouver ici l'arc de l'Equateur parcouru par le Soleil depuis le 29 Mai à midi jusqu'au 30 Mai à 2^h 5' du matin : on le trouve par le mouvement diurne du Soleil en déclinaison du 29 au 30 Mai, corrigé & comparé à son mouvement diurne en

366 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

ascension droite ; on le trouve, dis-je, par la Trigonométrie sphérique de $35^{\circ} 25''$; ainsi puisque la différence en ascension droite entre *Arcturus* & le Soleil a été observée le 29 Mai à midi de $144^{\circ} 56' 43''$, on en ôtera $35^{\circ} 25''$, & le reste sera $144^{\circ} 21' 18''$, lequel étant ajouté à $97^{\circ} 30' 26''$, la moitié de la somme augmentée de $90^{\circ} 0' 0''$ sera l'Ascension droite d'*Arcturus*

le 21 Juin 1738 à midi $210^{\circ} 55' 52''$. Mais par les différences en ascension droite, observées en Septembre 1737, & au commencement de l'Été de cette année 1738, entre *Procyon* & la *Luisante de l'Aigle*, & entre *Arcturus* & la *Luisante de l'Aigle*, on a trouvé $210^{\circ} 56' 3''$, c'est pourquoi nous prendrons $210^{\circ} 56' 0''$.

L'Ascension droite de cette Étoile étant donc connue de la manière dont on vient de le rapporter, il est aisé de déterminer le moment du Solstice d'Été, si l'on a observé le jour même du Solstice les passages du Soleil & d'*Arcturus* par le Méridien ; car l'Aberration d'*Arcturus* étant le 21 Juin de $11''$ à l'Orient, le vrai moment du Solstice d'Été sera celui où la différence en ascension droite apparente entre le Soleil & *Arcturus* sera $120^{\circ} 56' 11''$.

Pour cette effet on a observé le 20 & le 21 Juin les hauteurs suivantes du Soleil & d'*Arcturus*.

Le 20 Juin, Hauteurs correspondantes du bord supérieur du Soleil.

A l'Orient.		A l'Occident.	midi vrai. . . . 0 ^h 10' 5"
10 ^h 15' 26"	56° 20' 0"	2 ^h 4' 44"	0 ^h 10' 5"
10 15 36 $\frac{1}{4}$	56 20 + 50 ^{P.}	2 4 33 $\frac{1}{2}$	0 10 4 $\frac{7}{8}$
10 20 38	57 0 0	1 59 32 $\frac{1}{4}$	0 10 5 $\frac{5}{8}$
10 20 49	57 0 + 50	1 59 21	0 10 5
10 27 21	57 50 0	1 52 49	0 10 5
10 27 32	57 50 + 50	1 52 38	0 10 5

Le 20 Juin au soir, Hauteurs correspondantes d'Arcturus.

A l'Orient.	A l'Occident.	Passage au Méridien. 8 ^h 17' 51"
6 ^h 18' 23 ¹ / ₂ 53° 0' 0"	10 ^h 17' 18"	8 ^h 17' 50 ¹ / ₂ "
6 18 34 ¹ / ₂ 53 0+50 ^P .	10 17 7 ¹ / ₂	8 17 51
6 26 22 54 0 0	10 9 19 ¹ / ₂	8 17 50 ¹ / ₄
6 26 34 54 0+50	10 9 9	8 17 51 ¹ / ₂
6 30 27 ³ / ₄ 54 30 0	10 5 13 ¹ / ₂	8 17 50 ⁵ / ₈
6 30 39 54 30+50	10 5 2	8 17 5 ¹ / ₂
6 34 41 ³ / ₄ 55 0 0	10 1 0	8 17 50 ⁷ / ₈
6 34 53 ³ / ₄ 55 0+50	10 0 49	8 17 51 ³ / ₈
6 43 28 ¹ / ₄ 56 0 0	9 52 14	8 17 51 ¹ / ₈
6 43 41 ¹ / ₄ 56 0+50	9 52 1 ¹ / ₂	8 17 51 ³ / ₈

Le 21 Juin, Hauteurs correspondantes du bord supérieur du Soleil.

A l'Orient.	A l'Occident.	midi vrai . . . 0 ^h 10' 32 ¹ / ₂ "
10 ^h 15' 52 ¹ / ₂ 56° 20' 0"	2 ^h 5' 13 ¹ / ₂ "	0 ^h 10' 33"
10 16 3 56 20+50	2 5 2 ¹ / ₂	0 10 32 ³ / ₄
10 27 47 ¹ / ₄ 57 50 0	1 53 18	0 10 32 ⁵ / ₈
10 27 58 57 50+50	1 53 7 ¹ / ₂	0 10 32 ¹ / ₄

Le même jour au soir, Hauteurs correspondantes d'Arcturus.

A l'Orient.	A l'Occident.	Passage au Méridien. 8 ^h 14' 9 ¹ / ₂ "
6 ^h 18' 40" 53° 30' 0"	10 ^h 9' 38 ¹ / ₄ "	8 ^h 14' 9 ¹ / ₈ "
6 18 51 53 30+50	10 9 28 ¹ / ₄	8 14 9 ¹ / ₈
6 31 0 ¹ / ₂ 55 0 0	9 57 18 ¹ / ₂	8 14 9 ¹ / ₂
6 31 12 55 0+50	9 57 6 ¹ / ₂	8 14 9 ¹ / ₄

Les passages d'*Arcturus* au Méridien, observés le 20 & le 21 Juin, nous font connoître que 23^h 56' 18¹/₃" de la Pendule répondent à 360° 0' 0", on fera donc ces deux analogies,

$$23^h 56' 18'' \frac{1}{3} : 360^\circ :: \left\{ \begin{array}{l} 8^h 7' 46'' \\ 8 \ 3 \ 36-35''' \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Temps de la Pendule, qui se} \\ \text{font écoulés entre les passa-} \\ \text{ges du Soleil \& d'Arcturus} \\ \text{au Méridien!} \end{array} \right.$$

On trouvera $\left\{ \begin{array}{l} 122^\circ 15' 19'' \\ 121 \ 12 \ 48 \end{array} \right\}$ différence en ascension droite

apparente entre le Soleil & *Arcturus* le 20 & le 21 Juin à midi, & par conséquent le mouvement diurne du Soleil en ascension droite sera $1^{\circ} 2' 31''$. Enfin on fera cette analogie, si $1^{\circ} 2' 31''$, donnent $24^h 0' 0''$, combien donneront $16' 37''$? Différence dont l'arc de l'Equateur compris entre le Soleil & *Arcturus* le 21 Juin à midi, surpasse celui que nous avons établi ci-dessus de $120^{\circ} 56' 11''$ pour trouver le moment du Solstice d'Été.

On trouvera $6^h 23'$ du soir pour le vrai temps du Solstice d'Été le 21 Juin de l'année 1738.

On pourra calculer encore avec un peu plus de précision, ce temps du Solstice d'Été, lorsqu'on connoîtra avec toute l'exactitude possible, l'Ascension droite d'*Arcturus* : car quoique nous l'ayons déjà recherchée de deux différentes manières, néanmoins on a différé de $13''$, ce qui vient principalement de ce qu'il est toujours fort difficile d'éviter quelques secondes d'erreur dans les hauteurs méridiennes du Soleil ; c'est pourquoi si l'on compare l'Ascension droite d'*Arcturus*, que nous venons de trouver cette année 1738, avec celles qu'on se propose de rechercher dans la suite, on ne doute pas qu'elle ne puisse être encore mieux déterminée.

En un mot, comme on a observé par des hauteurs correspondantes la différence en Ascension droite entre *Arcturus* & les principales Étoiles fixes, il est certain que les lieux des Planètes pourront être bien mieux connus dans la suite, que si l'on employoit les Ascensions droites des Étoiles fixes tirées des Tables de M. de la Hire, ou du Catalogue Britannique, puisque ces Ascensions droites peuvent être connues par la méthode dont nous nous servons, à $10''$, ou tout au plus à $15''$ près, au lieu que M.^{rs} de la Hire & *Flamsteed*, s'écartent quelquefois l'un de l'autre de plus d'une minute.

Il n'est pas moins important d'examiner ici les variations qu'on a remarquées depuis plusieurs siècles dans l'obliquité de l'Ecliptique: il y a long-temps que les plus habiles Astronomes sont partagés sur cette matière, qui a été si souvent
agitée

agitée dans l'Académie en 1714 & 1716. M. de Louville a voulu, comme l'on sçait, établir la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique, à raison d'une minute en 100 ans, & M. de la Hire au contraire a rapporté toutes les preuves qu'il a pu tirer des Anciens, pour établir l'obliquité de l'Ecliptique constante, sçavoir $23^{\circ} 29'$.

L'opinion de M. de Louville est principalement fondée sur les observations de *Pytheas*, comparées à celles qui ont été faites à Marseille en 1714; elle est encore fondée sur un grand nombre d'observations faites en Europe depuis trois à quatre siècles; mais comme ce n'est guère que depuis *Tycho*, que les observations astronomiques ont été faites avec quelque exactitude, je vais proposer ici quelques remarques sur le choix que M. de Louville a fait des hauteurs du Soleil observées à Uranibourg.

Les histoires Célestes de *Lucius Baretus* & de *Flamsteed* nous apprennent que *Tycho* n'avoit commencé ses observations à Uranibourg dans l'Isle Huëne, que l'an 1582: cependant je trouve à la fin des observations du Soleil, de la même année, que les instruments dont on s'étoit servi, n'étoient pas encore bien rectifiés: mais l'année suivante 1583, *Tycho* recherche avec beaucoup de soin la plus grande hauteur du Soleil, & après avoir vérifié différents Quart-de-cercles, il trouve $57^{\circ} 35' 15''$, ce qui a été confirmé par les observations de l'année 1584, où *Tycho* trouve $57^{\circ} 35' 30''$, & $57^{\circ} 35' 15''$, mais il retient $57^{\circ} 35' 15''$: or c'est précisément par ces dernières observations, que *Tycho* trouve l'obliquité de l'Ecliptique, de $23^{\circ} 31' 30''$, en supposant la parallaxe du Soleil à cette hauteur, de $1' 35''$, & la hauteur de l'Equateur, de $34^{\circ} 5' 30''$, complément de la hauteur Apparente du Pole; au lieu que si l'on admet la parallaxe & la réfraction dont s'est servi M. de Louville, on aura l'obliquité de l'Ecliptique, de $23^{\circ} 28' 35''$, précisément la même que nous trouvons aujourd'hui: mais voici ce que dit M. de Louville au sujet de l'obliquité de l'Ecliptique qui résulte des observations faites à Uranibourg.

Art. Fr. Hist.
L'ij. 1719.

Tycho, Astronomerum Coryphaeus observavit Uraniburgi altitudinem apparentem meridianam Solis anno 1584, die 11 Junii, $57^{\circ} 35' 30''$; anno 1585, die 11 Junii, $57^{\circ} 35' 20''$; anno 1586, die 12 Junii, $57^{\circ} 35' 30''$, per quadrantem volubilem $57^{\circ} 35' 45''$, per Tychonicum, ut ipse vocat, $57^{\circ} 35' 45''$, & per alium adhuc quadrantem $57^{\circ} 35' 50''$. Inter omnes istas intermedia erit $57^{\circ} 35' 35''$, à qua si auferatur refractio $32''$, altitudo vera media erit $57^{\circ} 35' 3''$. Hieme anno 1584, die 11 Decembris, observavit eam per volubilem quadrantem $10^{\circ} 41' 20''$, per magnum ferreum $10^{\circ} 41' 10''$; ablata igitur refractione $4' 56''$, altitudo Brumalis media vera $10^{\circ} 36' 14''$: unde dicitur obliquitas Eclipticae $23^{\circ} 29' 25''$, quae diminutione 120 annorum, quae est $1' 12''$ ablata, degenerat in hodiernam $23^{\circ} 28' 13''$, à nostra $11''$ tantum scrupulis secundis discrepantem. Ex his observationibus determinamus veram latitudinem Uraniburgi $55^{\circ} 54' 20''$, fere ut invenit Picartus.

Il est surprenant que M. de Louville ait cité les observations du Soleil au Solstice d'Été, telles qu'on les vient de rapporter, sçavoir le 11 Juin 1584, $57^{\circ} 35' 30''$, & le 11 Juin 1585, $57^{\circ} 35' 20''$; lorsqu'elles ont été établies par *Tycho*, de $57^{\circ} 35' 15''$ en 1583 & 1584, & de $57^{\circ} 35' 10''$ en 1585 : car on doit remarquer que l'observation du 11 Juin 1584 est marquée douteuse à cause des nuages, dans les registres de *Tycho*; & quoiqu'elle s'accorde avec celle du 14 Juin, cependant *Tycho* lui préfère l'observation du 17 Juin 1584, qui donne $57^{\circ} 35' 15''$, & c'est de cette dernière, comme je l'ai fait voir, dont il se sert pour calculer l'obliquité de l'Ecliptique; en quoi il a été suivi par *Horoccus*, par *Flamshed*, & par tous les Auteurs qui ont cité ces observations. En un mot, l'observation du 9 Juin de l'année 1585, devoit, ce me semble, être citée par M. de Louville, d'autant qu'on ne trouve point que le Soleil ait été observé le 11 Juin, mais plutôt le 18 Juin, où *Tycho* trouve encore $57^{\circ} 35' 15''$.

Quant aux observations de l'année suivante 1586, il paroît que *Tycho* étoit alors plus occupé à déterminer les réfractions,

qu'à rechercher l'obliquité de l'Ecliptique; d'ailleurs le Ciel étant couvert de nuages, comme il en avertit dans ses regîtres, il n'est pas étonnant si la hauteur a pu être jugée un peu plus grande qu'à l'ordinaire, je trouve uniquement dans ces mêmes regîtres, le 12 Juin, *per quadrantem* Tychonicum $57^{\circ} 35' \frac{2}{3}$ *vel* $\frac{1}{4}$ *ad summum novo pinnacidio tantum; per quadrantem volubilem* $57^{\circ} 35' \frac{1}{2}$.

Mais quand on supposeroit avec M. de Louville, la hauteur apparente du Soleil à Uranibourg, de $57^{\circ} 35' 35''$, c'est-à-dire, 15 ou 20 secondes plus grande que celle que Tycho lui-même a supposée; ajoutant la différence en latitude entre Uranibourg & l'Observatoire, $7^{\circ} 4' 5''$, telle que la trouvée M. Picard, la hauteur du centre du Soleil, réduite à l'Observatoire, seroit de $64^{\circ} 39' 40''$, dont il faut retrancher 10 secondes pour la différence des réfractions, & l'on aura $64^{\circ} 39' 30''$. Mais M. de Louville trouve en 1715, la hauteur du bord inférieur du Soleil à l'Hôtel de Taranne, de $64^{\circ} 21' 49''$: c'est pourquoi si on y ajoute le demi-diamètre du Soleil, de $15' 47''$, la hauteur du centre du Soleil à l'Hôtel de Taranne, a dû être de $64^{\circ} 37' 36''$, mais réduite à l'Observatoire, de $64^{\circ} 38' 40''$, plus petite de $0' 50''$ que celle qui résulte des observations de Tycho, au lieu que l'hypothèse de M. de Louville donne $1' 12''$, ce qui s'écarte déjà beaucoup des observations.

Mais pour vérifier comment cette hypothèse s'accorde avec les observations qui nous ont été laissées par d'autres Astronomes,

Je trouve dans les Regîtres de l'Académie, du mois de Novembre de l'année 1668, un Mémoire de M. Picard, sur la hauteur du Pole, où il est parlé de la hauteur du Soleil au Solstice d'Eté: ce Mémoire, comme beaucoup d'autres, n'ayant pas encore été imprimé, j'en ai extrait quelques articles qui méritent assés d'être rapportés ici.

« Entre les observations astronomiques, celles de la hauteur du Pole est une des principales, c'est ce qui a fait différer « de la donner jusqu'à ce que l'on fût assuré de l'effet des «

» instrumens dont on s'est servi, qui sont un Quart-de-cercle
 » tout de fer, de 9 pieds 7 pouces de rayon, & un Sextans de
 » 6 pieds avec un Limbe de cuivre, tous deux placés dans le
 » Jardin de la Bibliotheque du Roy, en attendant l'Observa-
 » toire, où l'on pourra s'en servir avec beaucoup plus d'avan-
 » tage : voici ce que l'on a fait.

» A la fin de Décembre 1667 & au commencement du
 » mois de Janvier suivant, pendant plusieurs nuits, on observa
 » la plus grande & la plus basse hauteur de l'Etoile Polaire, &
 » toujours sans aucune variation, on trouva la plus grande hau-
 » teur de $51^{\circ} 22'$ & la plus basse de $46^{\circ} 24'$, ce qui donne
 » la hauteur du Pole apparente de $48^{\circ} 53' 0''$.

» Au commencement de Septembre 1668, on observa de
 » nouveau la plus grande hauteur de l'Etoile Polaire, tant pour
 » vérifier ce qui avoit été fait, que pour voir le changement
 » qui seroit arrivé, & on la trouva un peu moindre que 51°
 » $22'$ d'environ un quart de minute, à peu-près comme il
 » devoit arriver.

» Ces observations de l'Etoile Polaire ont été confirmées
 » par celles du Solstice d'Été 1668, car la hauteur méridienne
 » du Soleil, le 20 & le 21 Juin, s'est trouvée de $64^{\circ} 37' 20''$,
 » ce qui suppose, la plus grande déclinaison $23^{\circ} 30' 30''$
 » donne $41^{\circ} 7'$ pour la hauteur de l'Equateur, mais il faudroit
 » qu'à 64 degrés de hauteur le Soleil n'eût point de parallaxe
 » sensible. »

Ces observations de la hauteur du Soleil faites au Jardin
 de la Bibliotheque du Roy, c'est-à-dire, dans un lieu plus
 septentrional que l'Observatoire, de $1' 50$ ou $52''$, sont les
 premières que je trouve dans les Registres de l'Académie :
 on aura donc la hauteur du centre du Soleil au Solstice d'Été
 1668 réduite à l'Observatoire, de $64^{\circ} 39' 10''$.

Peu de temps après ces observations, on commença à se
 servir d'instrumens beaucoup plus petits, comme de deux à
 trois pieds de rayon, mais on s'en servit avec beaucoup plus
 d'avantage, comme on le peut juger par ces deux ou trois
 lignes que j'ai extraites d'un autre Mémoire lu à l'Académie

par M. *Picard* en l'année 1669. Dans ce Mémoire on parle des Réfractions observées sur la fin de l'Automne & au commencement de l'Hiver, & M. *Picard* les trouve différentes. Il ajoute « je m'en étois déjà apperçu aux observations qui ont précédé celles-ci, mais avec moins de certitude qu'à présent, à cause que les instruments avec lesquels les observations précédentes ont été faites, sont exposés au vent ». Ainsi nous rapporterons ici ces observations faites en 1669 & 1670 avec deux autres Quart-de-cercles, l'un de 28 pouces de rayon, & l'autre de 38 pouces.

	Quart-de-cercle de 28 pouces.	Quart-de-cercle de 38 pouces.
Hauteurs du Soleil } aux Solstices d'Été }	1669... 64° 37' 10"	1670... 64° 37' 8"
Réduites à l'Observatoire.	64 39 0	64 38 58

Les observations faites avec ces deux derniers instruments s'accordent assés bien, & les comparant à celles de M. *de Louville*, nous trouvons une différence de 20" dont le Soleil a paru moins élevé au Solstice d'Été de 1715 qu'aux Solstices d'Été de 1669 & 1670, ce qui est sans doute une différence trop petite pour en conclure une diminution réelle dans l'obliquité de l'Ecliptique. Mais je trouve encore une différence plus petite entre les observations de M. *Richer* à l'Île de Cayenne, & celles de M. *Bouguer* faites au Pérou : car si l'on se sert de la Table des Réfractions de M. *Cassini*, on trouve précisément, comme dans les Eléments d'Astronomie, l'obliquité de l'Ecliptique en 1672, de 23° 28' 54' $\frac{1}{2}$; mais M. *Bouguer* l'a établie en 1736 au Pérou, de 23° 28' 31", la différence seroit donc 23" $\frac{1}{2}$ en 64 ans, ce qui donne environ 17" en 45 ans, au lieu de 20" que nous avons trouvées ci-dessus. Et si l'on se sert enfin, pour calculer l'obliquité de l'Ecliptique par les observations de M. *Richer*, de la Table des Réfractions que M. *Bouguer* a faite pour la Zone torride, on trouvera pour l'année 1672, l'obliquité de l'Ecliptique, de 23° 28' 48" : or M. *Bouguer* trouve en 1736, 23° 28' 31", & M. *de la Condamine* trouve 23° 28' 27". Prenant un

milieu entre ces deux différentes déterminations, favoir $23^{\circ} 28' 29''$, la différence est $19''$, dont l'obliquité de l'Ecliptique auroit diminué en 64 ans, ce qui est à raison de 13 à $14''$ en 48 ans.

Voilà, ce me semble, les meilleures observations que nous ayons pour vérifier l'hypothese de *M. de Louville* sur la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique : tous les instruments dont on s'est servi, étant garnis de Lunettes, au lieu de Pinules, ce qui, comme l'on sçait, doit donner à ces observations un très-grand avantage sur celles qui ont été faites depuis *Tycho*, tant en Allemagne que dans les autres parties de l'Europe : on trouve donc, en faisant une réduction, par les premières observations faites en 1668 à la Bibliothèque du Roy, $0' 30$ ou $31''$ de diminution dans la hauteur solstittiale du Soleil pour un intervalle de 50 ans ; par les observations faites en 1669 & 1670 avec deux Quart-de-cercles différents, $0' 21''$, & $19''$ de diminution ; enfin par les observations de *M.^{rs} Richer & Bouguer* $0' 15''$; c'est pourquoi le milieu de ces quatre différents résultats sera $21''$ pour la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique en 50 ans, ou $42''$ en 100 ans. Mais on doit bien remarquer que ces 100 ans dont nous venons de parler, ne se sont pas encore écoulés ; ainsi les observations de *Tycho*, & celles que nous venons de rapporter, s'écartent déjà beaucoup de l'hypothese de *M. de Louville*. Mais il ne sera pas inutile de faire ici quelques remarques sur les observations de *M. de la Hire*, & qui serviront peut-être à faire connoître la cause des variations qu'on a remarquées dans les hauteurs solstittiales du Soleil.

L'an 1687, *M. de la Hire* ayant publié pour la première fois ses Tables Astronomiques, on y trouve la hauteur du bord supérieur du Soleil à l'Observatoire, de $64^{\circ} 55' 24''$: or la hauteur du bord inférieur du Soleil, observée par *M. de Louville* en 1715 à l'Hôtel de Taranne, étoit de $64^{\circ} 21' 49''$; donc la hauteur du bord supérieur du Soleil auroit paru à *M. de Louville* à l'Observatoire en 1715, de $64^{\circ} 54' 27''$. La différence est $57''$ pour 30 ou 35 ans, différence qui a

sans doute été remarquée par *M. de Louville*. Or, suivant son hypothèse, l'obliquité de l'Ecliptique doit diminuer de $21''$ en 33 ans ; mais puisque par la comparaison de ces observations on trouve $57''$, il y a donc un excès de $36''$, d'où j'infère que la plupart de ceux qui auront comparé les observations de *M. de la Hire* avec celles qui ont été faites par *M. de Louville*, lorsqu'il commença à agiter cette fameuse Question touchant l'Obliquité de l'Ecliptique, ont bien pu soupçonner, d'après cette différence de $57''$, une diminution réelle dans l'obliquité de l'Ecliptique. D'ailleurs le voyage que *M. de Louville* a fait à Marseille sur la fin de 1714, & la comparaison de ses observations avec celles de *Pytheas*, sembloient être favorables à l'hypothèse de la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique ; cependant cette hypothèse n'a pas toujours paru bien fondée au plus grand nombre des Astronomes.

M. de la Hire ne nous apprend point dans le Mémoire qu'il a lu à l'Académie au mois d'Avril 1716, sur l'obliquité de l'Ecliptique, quelle étoit la hauteur du Soleil à l'Observatoire dans les années 1714 & 1715, qui sont celles où *M. de Louville* a tâché d'établir son sentiment sur la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique. Je trouve dans les registres de ses observations, la plus grande hauteur solstittiale en 1714, de $64^{\circ} 55' 10''$ par un milieu entre plusieurs observations qui m'ont paru assez exactes. En 1715, le milieu entre différentes observations faites avant & après le Solstice, & réduites à la plus grande hauteur solstittiale seroit de $64^{\circ} 55' 15''$. *M. de la Hire* marque néanmoins une de ces observations plus exacte que les autres : cette observation donne $64^{\circ} 55' 5''$; d'où il suit que depuis 1686 jusqu'en 1715, la variation des hauteurs solstittiales observées avec un même Quart-de-cercle seroit 15 secondes, ou tout au plus 20 secondes, ce qui diffère beaucoup de ce que l'on a conclu en comparant les observations de *M.^{rs} de la Hire* & de *Louville*, faites avec différents Quart-de-cercles,

& partant cette grande différence doit être attribuée aux erreurs des divisions du Quart-de-cercle de *M. de la Hire*, comme je le démontrerai dans la suite. Mais pour revenir à la diminution observée par *M. de la Hire*, de 15 ou 20" dans la hauteur du bord supérieur du Soleil, depuis 1686 jusqu'en 1715, on ne sçait d'abord si elle est entièrement favorable à l'hypothèse de *M. de Louville*; car quel parti *M. de la Hire* a-t-il dû prendre en comparant ses observations des années 1714 & 1715, à celles que *M. Picard* avoit faites avec le même instrument en 1675, 1676 & 1681, où la hauteur du bord supérieur du Soleil fut trouvée de 64° 55' 20 ou 15", 64° 55' 8", & 64° 55' 5"?

Il me semble qu'on pourroit mieux éclaircir cette question, en observant avec le Quart-de-cercle de *M. de la Hire*, les hauteurs du bord supérieur du Soleil au Solstice d'Été de 1739 & de 1740; mais en attendant que l'on puisse faire ces observations, nous pouvons toujours comparer celles des années 1669 & 1670, faites avec deux Quart-de-cercles différents, à celles que nous avons faites cette année 1738, avec un Quart-de-cercle garni d'un Micrometre, dont je me sers ordinairement, & qui ayant été comparé à celui dont on s'est servi dans le Voyage de Suède, lequel a deux pieds de rayon, a donné à 5 secondes près les mêmes hauteurs méridiennes du Soleil.

J'ai donc trouvé la hauteur du bord supérieur du Soleil, réduite à l'Observatoire, de 64° 54' 20 ou 15", & partant la hauteur apparente de son centre, de 64° 38' 30 ou 25", plus petite de 30 ou 35" que celles qui furent observées en 1669 & 1670, par *M. Picard*, avec deux Quart-de-cercles qui avoient été divisés avec assez d'exactitude, comme il est aisé de s'en convaincre par les observations qui sont rapportées dans le *Traité de la Mesure de la Terre*, & dans le Voyage de *M. Richer* à l'Isle de Cayenne, où l'on s'est servi des mêmes instruments.

La hauteur du bord supérieur du Soleil, que nous avons
trouvée

trouvée au Solstice d'Été de 1738, est plus petite d'environ 10 secondes que celle qui a été observée par M. de Louville en 1715. Mais pour en conclure que l'obliquité de l'Ecliptique a diminué de toute cette quantité, il faudroit avoir observé ce dernier Solstice avec le Quart-de-cercle de M. de Louville; ce qu'il ne m'a pas été possible d'exécuter, ce Quart-de-cercle étant actuellement au Pérou entre les mains de M. de la Condamine.

Nous avons déjà remarqué les différences qui se trouvent dans les divisions des instruments de M.^{rs} de la Hire & de Louville; nous sommes bien éloignés de soupçonner des différences aussi considérables entre les instruments dont nous nous servons aujourd'hui. Le Quart-de-cercle de M. de la Hire avoit, ce me semble, un défaut particulier, & qui me paroît fort extraordinaire: je veux dire que ce Quart-de-cercle bien vérifié à l'horison, hausseroit de plus de $1' \frac{1}{2}$ vers le Zénith: je me crois même en état de confirmer cette proposition par les observations que j'ai faites au Secteur de M. Graham, où la différence en déclinaison observée entre *Capella* & la *Queue de la grande Ourse*, est plus grande de 3' que par les observations de M. de la Hire, ce qui vient de ce que M. de la Hire observoit les hauteurs méridiennes de ces deux Étoiles, l'une au Midi, & l'autre au Nord, avec un Quart-de-cercle qui donnoit chacune de ses hauteurs de $1' \frac{1}{2}$ trop grandes: or pour en conclure la différence en déclinaison, on y fait entrer nécessairement la somme de ces deux erreurs, c'est-à-dire, 3 minutes ou environ, comme nous l'avons remarqué: cette même erreur se trouve encore dans le Catalogue des Étoiles, imprimé dans ses Tables Astronomiques.

Ce seroit ici le lieu de rapporter diverses remarques au sujet des observations qui ont été faites avec cet instrument, mais elles sont trop aisées à déduire de celles que nous avons déjà faites: on trouvera, par exemple, pourquoi M. de la Hire a construit une Table des Réfractions plus grande que celles de M.^{rs} Cassini, Newton & Flamsteed, pourquoi il a fait la hauteur du Pole de l'Observatoire plus petite de 10"

qu'elle ne doit être, pourquoi enfin la Parallaxe horisontale du Soleil, n'est selon lui, que de 6 secondes : car il suffit pour cet effet, de recommencer le calcul des observations des Solstices d'Hyver & d'Eté, que l'on trouve dans ses Tables Astronomiques, en y employant néanmoins les réfractions de M. *Cassini* ou de M. *Newton*, & la parallaxe horisontale du Soleil, telle que tous les Astronomes la trouvent aujourd'hui, sçavoir de 10 à 12 secondes; & le calcul étant achevé, on trouvera la hauteur de l'Equateur plus grande qu'elle ne doit être, de 20 ou 25 secondes, c'est-à-dire, la hauteur du Pole de l'Observatoire, de $48^{\circ} 49' 48''$, au lieu de $48^{\circ} 50' 10''$ ou $15''$; ce qui prouve, comme l'on voit, que le Quart-de-cercle de M. *de la Hire* haussait l'une & l'autre hauteur solstittiale, mais sur-tout celle du Solstice d'Eté, où l'erreur a dû être d'environ 35 secondes. Il me paroît donc évident après toutes ces remarques, que les deux points 0° & 90° sur le Quart-de-cercle de M. *de la Hire* sont plus près l'un de l'autre qu'ils ne doivent être, de plus de $1' \frac{1}{2}$, & c'est ce qu'il est important de vérifier par de nouvelles observations. On sera peut-être surpris que M. *de la Hire* ne se soit pas apperçu, avant la publication de ses Tables, d'une erreur aussi considérable; mais il faut considérer que sa Table des réfractions, & la hauteur du Pole qu'il établit à l'Observatoire, corrigent une grande partie des erreurs de ces divisions : mais elles ne peuvent convenir à un Quart-de-cercle bien vérifié. Enfin il me paroît de la dernière conséquence, si l'on veut bien-tôt découvrir quelque chose de certain dans les variations de l'obliquité de l'Ecliptique, d'y employer toujours le même instrument, ou plutôt deux excellents Quart-de-cercles dont les Lunettes doivent être garnies de Micrometres, afin que le fil à plomb puisse tomber toujours sur le même point, sçavoir $64^{\circ} 50' 0''$. Il seroit même nécessaire que ces instruments demeurassent toujours dans le même lieu, ou qu'on eût soin de les vérifier chaque année, en observant la hauteur apparente du Pole vers les temps des Solstices : j'observe de

cette manière la plus petite hauteur de l'Etoile Polaire à la fin du mois de Mai de chaque année, & la plus grande hauteur à la fin du mois de Juillet; chacune de ces observations se peut faire avec une très-grande exactitude, parce que cette Etoile passe alors au Méridien dans le temps du crépuscule.

O B S E R V A T I O N
DE L'ECLIPSE DU SOLEIL,
Du 15 Août 1738.

Par M. CASSINI.

NOUS avons eu le temps assés favorable pour l'observation de cette Eclipsé, dont nous avons vû distinctement le commencement, le milieu & la fin, quoique pendant le cours de sa durée nos observations ayent été interrompues par quelques nuages qui nous ont empêché de distinguer avec la même évidence les doigts éclipsés.

Je m'étois proposé d'abord de faire cette observation avec une Lunette de huit pieds, montée sur une Machine Parallélique, avec un Micrometre garni de fils parallèles, dont les extrêmes comprenoient exactement l'image du Soleil; mais comme la Lune qui s'avançoit lentement sur le disque du Soleil, laissoit un temps considérable entre la mesure de chaque doigt, & qu'on voyoit distinctement avant 11 heures l'image du Soleil sur le carreau de la Méridienne qui est dans la grande Salle de l'Observatoire, j'imaginai une autre méthode de déterminer le temps & les phases de l'Eclipsé, en marquant sur ce carreau les bords du Soleil & sa partie éclipsée dans le moment que l'un des bords du Soleil touchoit une des lignes que l'on a tracées de 5 en 5 minutes avant & après midi, ce qui me donnoit en même temps le temps

B b b ij

de l'observation sans avoir recours à la Pendule; ce que je continuai de faire jusqu'au passage du Soleil par le Méridien, dont j'observai le premier bord à $11^h 58' 12''$, la corne orientale éclipse à $11^h 59' 6''$, la corne occidentale à $0^h 0' 10''$, & le second bord à $0^h 0' 27''$.

Je fis ensuite quelques autres observations de l'Eclipse sur la Méridienne jusque près de sa fin, que je crus qu'on détermineroit plus exactement par le moyen de la Lunette dont je m'étois aussi servi pour observer les doigts.

Comme dans cette observation je n'avois pas pu mesurer le disque entier du Soleil, dont une partie étoit éclipse, & que ce disque changeoit continuellement de grandeur, à cause que le Soleil étant plus bas avant midi qu'au Méridien, son image se projette plus loin & devient plus grande; j'ai eu soin après midi de mesurer, dans les heures correspondantes, l'étendue de l'image du Soleil projetée sur le plan horizontal de la Méridienne, & par ce moyen j'ai eu la grandeur apparente de ses diametres, telle qu'elle étoit avant midi au temps des diverses phases de l'Eclipse dont je me suis servi pour déterminer la grandeur de la partie éclipse du Soleil pour le temps des observations de la manière que je le vais expliquer.

Il a fallu pour cet effet considérer que l'image du Soleil qui est projetée sur le plan en forme d'Ellipse par les rayons qui passent par le trou de la Méridienne, doit être augmentée d'une quantité qui seroit égale à toute l'étendue du diametre de ce trou, si elle n'étoit point diminuée par l'effet de la penombre.

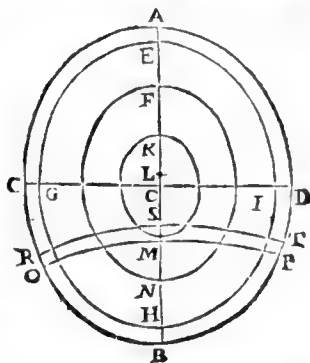
Dans l'observation qui fut faite à la Méridienne le lendemain 16 Août, le diametre du Soleil y fut observé à son passage par le Méridien, de $33' 0''$, plus grand de $1' 20''$ que son diametre véritable, qui étoit alors de $31' 40''$, ce qui augmente la grandeur de ce diametre d'environ sa 25^e partie.

Cette augmentation ne se fait pas suivant la proportion des diametres de l'Ellipse qui représente le Soleil, mais elle

forme autour un Anneau lumineux, d'égale largeur dans toutes ses parties, qui enveloppe l'image du Soleil, formée par les rayons qui passent par le centre de ce trou, laquelle doit être parfaitement elliptique.

Ainsi ayant déterminé, comme on l'a dit ci-dessus, par des observations correspondantes faites après midi, les deux dia-

metres AB , CD , apparents de l'image du Soleil, il a été nécessaire, pour avoir les diamètres véritables de l'Ellipse formée par les rayons du Soleil, d'en retrancher les quantités AE , CG , BH , DI , égales chacune à la 50.^{me} partie du diamètre AB , sur laquelle on a formé l'Ellipse $EGHI$, qui représente la figure exacte du Soleil pro-



jetée sur le plan de la Méridienne qu'on a divisé en douze droits par six autres Ellipses, ayant égard à l'effet de la projection du Soleil, suivant laquelle la partie septentrionale du Soleil AL doit être plus petite que la partie méridionale LB , d'un centième, ce qui sur la figure du Soleil dont le grand diamètre étoit de 5 pouc. 6 lignes, faisoit une différence d'un sixième de ligne, dont le centre L devoit être éloigné du centre C de la figure du côté de la partie septentrionale. L'on a enfin décrit par les points $ACBD$ une courbe, dont tous les points sont à égale distance de l'Ellipse $EGHI$, & qui représente l'image du Soleil projetée sur le plan de la Méridienne.

Ayant appliqué cette figure sur celle du Soleil, que l'on avoit tracée dans les différentes phases de l'Eclipse, on y a marqué l'arc OMP qui terminoit la partie éclipsee, à laquelle on a mené la parallèle RST à la distance RO égale à AE ou CG , & l'on a eu la partie $RSTB$ qui mesure la quantité de l'Eclipse, qu'on a trouvée à 11^h 6' de 4 doigts

382 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
un dixieme, peu différente de celle que j'avois déterminée
par les fils du Micrometre.

A 10^h 6' 46" commencement de l'Eclipse par une
Lunette de 8 pieds.

17 27 un doigt.

28 2 deux doigts.

38 9 une Tache au milieu de plusieurs petites,
s'éclipse.

42 40 trois doigts un huitième.

11 4 quatre doigts un peu plus.

L'Eclipse augmente fort peu, & j'ai jugé sa grandeur
de 4 doigts 10 minutes.

A 11^h 20' 40" quatre doigts.

11 43 40 trois doigts.

11 56 10 deux doigts.

0 9 0 un doigt.

0 19 20 fin de l'Eclipse.

J'ai remarqué que 15 ou 20" avant la fin de l'Eclipse,
elle étoit de la même manière que lorsque j'ai commencé
à l'appercevoir.



O B S E R V A T I O N
DE L'ECLIPSE PARTIALE DE SOLEIL,

Faite à Paris le 15 Août 1738.

Par M. GRANDJEAN DE FOUCHY.

J'AI observé cette Éclipse avec une Lunette de sept pieds, au bout de laquelle étoit fixée une Tablette blanche, qui par le moyen des Cercles qui y étoient tracés, divisoit en doigts & demi-doigts l'image du Soleil qui y étoit reçû. Je m'étois encore proposé de prendre de temps en temps sur la Tablette la grandeur de la partie claire avec un Compas, pour la comparer au diamètre de l'image, ce qui m'avoit allés bien réussi dans l'observation de l'Eclipse du 13 Mai 1733, mais les nuages qui me déroboient à tout moment le Soleil, m'ayant empêché de pouvoir rien tirer d'allés exact de ces observations, je me suis déterminé à observer seulement le progrès de l'Eclipse par doigts & par demi-doigts autant qu'il m'a été possible.

L'image avoit quatre pouces de diamètre, & étoit exactement divisée. Le lieu où j'observois, étoit très-bien obscurci, ce qui la rendoit allés bien terminée malgré l'ondulation continuelle du bord du Soleil. J'avois aussi monté dans un lieu voisin une Lunette de 14 pieds pour observer le commencement & la fin de l'Eclipse; mais je n'ai pu avoir ni l'une ni l'autre de ces phases, le commencement m'ayant paru au travers du bord d'un nuage très-confusément vers 10^h 7' 53 ou 54", & la fin ne s'étant point vûe du tout, voici les observations des autres phases réduites au temps vrai.

A 10 ^h 20' 16"	1 ^{doigt} 30'
10 26 6	2 0
10 31 33	2 30

384 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

10^h 34' 34" la Lune couvre la première des Taches du Soleil, qui se trouve sur sa route.

10	39	20	.....	3 ^d ₁₀	0'
10	43	47	.....	3	30
10	54	16	.....	4	0
La plus grande partie éclipsee m'a paru de					4 45
11	36	44	.....	3	30
11	46	52	.....	3	0
11	54	26	.....	2	30
12	5	50	.....	1	30
12	9	48	.....	1	0
12	14	2	.....	0	30

Le milieu de l'Eclipse tiré de la phase de 1^d 30' est 11^h 13' 8", celui qui est tiré de la phase de 2^d 30, 11^h 13' 1¹/₂", par la phase de 3^d 0', 11^h 13' 6", & par celle de 3^d 30', 11^h 12' 46".

Si donc on veut prendre un milieu entre toutes ces observations, on aura le milieu de l'Eclipse à 11^h 13' 3", & si on rejette la phase de 3^d ¹/₂, que j'ai lieu même de soupçonner moins exacte que les autres, tant parce que l'Eclipse y varie moins en temps égal, que parce que le Soleil n'y étoit pas bien net, on aura le milieu de l'Eclipse à 11^h 13' 8¹/₂".

Pendant que le Soleil éclipse encore passoit au Méridien, je pris la hauteur de son bord supérieur, que je trouvai de 55° 22' 47", & la différence en déclinaison entre les cornes de l'Eclipse, qui étoit de 6' 22". J'ai eu en vûe dans cette dernière observation la recherche de la position de la Lune en ce moment où elle étoit dégagée de la parallaxe d'ascension droite; mais comme cet article pourroit nous mener trop loin, & demande des calculs assés longs, je me suis contenté de rapporter ici l'observation, me réservant à rendre compte à l'Académie du résultat dans une autre occasion.



OBSERVATION

OBSERVATION DE L'ECLIPSE DU SOLEIL,

Faite à Paris le 15 Août 1738.

Par M. LE MONNIER le Fils.

NOUS avons observé cette Éclipse avec deux Lunettes différentes, l'une de 7 pieds, garnie d'un Micrometre, & l'autre de 22 pieds & demi, dont on s'est servi principalement pour déterminer le commencement de l'Éclipse avec les précautions & l'exactitude nécessaire : car il y a de l'avantage à se servir d'une grande Lunette pour déterminer le commencement d'une Éclipse, mais quand il ne s'agit que d'en observer seulement la fin, une excellente vûe peut l'appercevoir presque aussi facilement avec une Lunette de 7 à 8 pieds, comme avec une Lunette de 25 à 30 pieds ; c'est pourquoi on remarqua quelques jours avant l'Éclipse, quel étoit à très-peu près le vertical où il falloit placer la Lunette pour observer le premier contact des deux bords de la Lune & du Soleil, & l'ayant montée de telle sorte que le vent ne pouvoit plus incommoder pendant l'observation, le commencement a été déterminé avec cette grande Lunette.

La Pendule dont on s'est servi pour toutes ces observations, avoit été réglée les jours précédents par des hauteurs correspondantes, mais le temps fut assés favorable le jour même de l'Éclipse pour observer le Soleil & *Arcturus*, & déterminer leur passage au Méridien.

A 10^h 6' 43" du matin, Commencement de l'Éclipse.

A 10^h 34' 5" la Lune commence à toucher la plus grosse
Tache du Soleil.

A 12^h 19' 25 ou 30" Fin de l'Éclipse.

La plus grande quantité de l'Éclipse a été mesurée avec
Mém. 1738. Ccc

386 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
 un excellent Micrometre, & elle a paru de 4 doigts $\frac{2}{15}$
 ou 4 doigts 12 minutes.

A U P S A L.

La même Eclipsé a été observée par M. *Celfius*, avec une Lunette de 7 pieds, garnie d'un Micrometre semblable au mien, & de la construction de M. *Graham*.

A 0^h 18' 52" Commencement de l'Eclipsé.
 o 35 57 o doigts 5 minutes $\frac{2}{3}$.
 o 37 47 o doigts 3 minutes $\frac{3}{5}$.
 o 42 22 Fin de l'Eclipsé.

Les nuages ont empêché d'observer la plus grande quantité de l'Eclipsé, qu'on peut cependant établir par les observations précédentes, à 0^h 30' 37", de o doigts 8 minutes.

Sur la différence en Longitude entre Paris & Upsal.

Le 2 Décembre, nouveau stile, M. *Celfius* a observé une Emerfion du premier Satellite de Jupiter à 7^h 9' 34" du soir; j'ai observé la même Emerfion avec une Lunette de 13 pieds à 6^h 8' 30", & M. *Cassini* l'a observée avec une Lunette de 18 pieds à 6^h 7' 40". Si l'on prend 6^h 8' 0" pour le temps vrai de l'Emerfion à Paris, on aura la vraie différence en longitude entre Paris & Upsal, de 1^h 1' 30", ce qui diffère beaucoup de celle qui a été rapportée par feu M. *Muraldi* dans les Mémoires de l'Académie de 1714, fçavoir 1^h 10' 14" orientale.



*OBSERVATIONS DU THERMOMETRE**PENDANT L'ANNEE M. DCCXXXVIII,**Faites à Paris, à l'Isle de France, à Pondichery & au
Senegal;**ET LA COMPARAISON DE CES OBSERVATIONS.*

Par M. DE REAUMUR.

POUR continuer de donner des termes de comparaison pour les observations du Thermometre, faites en différentes saisons & en différents lieux des différentes parties du Monde, nous allons, comme dans les années précédentes, rapporter la suite des observations journalières que nous avons faites, soit à Paris, soit à Charenton, pendant dix mois de l'année 1738, & de celles que nous avons faites pendant les deux autres mois de la même année, ceux des Vacances, dans les endroits du Royaume où nous nous sommes trouvés. Plusieurs Sçavants, aux vûes desquels nous nous faisons gloire de nous conformer, ont souhaité que nous ne cessassions pas si-tôt de publier de pareilles suites.

Nous répéterons par rapport aux Tables suivantes, un avertissement qui a déjà été donné pour celles des autres années; sçavoir, que lorsqu'une petite ligne se trouve au-dessus d'un chiffre, que ce chiffre exprime un degré au-dessous du terme de la congélation; $\overline{6}$ exprime 6 degrés au-dessous de ce terme.

JANVIER. [1738.]

FEVRIER.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heure.	Degré.	Heure.	Degré.		Heure.	Degré.	Heure.	Degré.
1	à 6 $\frac{1}{2}$.....à	7 $\frac{1}{4}$	à 2.....à	1 $\frac{1}{2}$	1	à 6 $\frac{1}{2}$	3	à 2.....à	5
2	6 $\frac{1}{2}$	4	2.....	6 $\frac{1}{2}$	2	.....	5	.....	10 $\frac{1}{4}$
3	1	.....	4	3	.....	7 $\frac{1}{2}$	.....	10
4	1	.....	4 $\frac{1}{2}$	4	.....	7 $\frac{1}{2}$	.....	10
5	0	6.....	0	5	.....	7 $\frac{1}{4}$	.....	10
6	1 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	6	.....	5 $\frac{1}{4}$	.....	8 $\frac{1}{2}$
7	5	.....	2 $\frac{1}{4}$	7	.....	6 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	10
8	7.....	6	.....	4 $\frac{1}{4}$	8	.....	6 $\frac{1}{4}$	2.....	7 $\frac{1}{2}$
9	3 $\frac{1}{4}$	1.....	2 $\frac{1}{4}$	9	.....	6	.....	9
10	3 $\frac{1}{2}$	2.....	1 $\frac{1}{2}$	10	.....	6	.....	8 $\frac{1}{2}$
11	4 $\frac{1}{2}$	6.....	6 $\frac{1}{2}$	11	.....	4 $\frac{1}{2}$	.....	7 $\frac{1}{2}$
12	1 $\frac{1}{4}$	2.....	2 $\frac{1}{8}$	12	.....	6 $\frac{1}{2}$	.....	9 $\frac{1}{2}$
13	2 $\frac{1}{4}$	.....	5 $\frac{1}{2}$	13	.....	7 $\frac{1}{2}$	.....	10 $\frac{1}{4}$
14	4	.....	7 $\frac{1}{2}$	14	.....	6	3.....	8 $\frac{1}{4}$
15	1 $\frac{3}{4}$	.....	5	15	.....	7 $\frac{1}{2}$	2.....	6
16	1 $\frac{1}{2}$	.....	2 $\frac{1}{2}$	16	.....	1	2.....	2
17	0	1.....	1 $\frac{1}{2}$	17	.....	4 $\frac{1}{4}$	à midi $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
18	4 $\frac{3}{4}$	2.....	7	18	.....	3 $\frac{1}{2}$	2.....	1 $\frac{3}{4}$
19	6 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	2.....	9	19	.....	2 $\frac{1}{2}$	.....	5
20	6 $\frac{1}{2}$	.....	8 $\frac{1}{2}$	20	.....	$\frac{1}{2}$	.....	4
21	6 $\frac{1}{8}$	.....	6 $\frac{1}{2}$	21	.....	$\frac{1}{2}$	.....	2
22	3	.....	4 $\frac{1}{2}$	22	.....	4	.....	1
23	7.....	$\frac{3}{4}$	.....	4	23	.....	2 $\frac{1}{2}$	.....	1
24	2 $\frac{1}{2}$	.....	7	24	.....	2	3.....	1 $\frac{1}{2}$
25	4 $\frac{1}{2}$	.....	4 $\frac{1}{2}$	25	.....	2	2 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$
26	$\frac{1}{2}$	6.....	0	26	.....	3	2 $\frac{1}{2}$	10
27	6 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	2.....	2	27	.....	2 $\frac{1}{8}$	à 2 à Charenton à	11 $\frac{1}{4}$
28	2	.....	3 $\frac{1}{2}$	28	6 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	2.....	12 $\frac{1}{4}$
29	$\frac{3}{4}$	.....	4 $\frac{1}{2}$					
30	4 $\frac{1}{2}$	.....	6 $\frac{1}{2}$					
31	3	.....	3 $\frac{1}{2}$					

MARS.

[1738.]

AVRIL.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.		Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.
1	à 6 $\frac{1}{2}$	7	à 2 $\frac{1}{2}$ à Charenton à	9 $\frac{1}{2}$	1	à 6 à Charenton . .	7 $\frac{1}{2}$	à 3	à 16 $\frac{1}{2}$
2	6 $\frac{1}{2}$	6	3	11	2	6	8 $\frac{1}{2}$	3	17 $\frac{1}{4}$
3	6 $\frac{1}{2}$	5	3	10	3	6	11 $\frac{1}{4}$	2 27 3	17 $\frac{1}{4}$
4	6 $\frac{1}{2}$	4	3	11 $\frac{1}{2}$	4	6	11 $\frac{1}{2}$	3	19 $\frac{1}{2}$
5	6 $\frac{1}{2}$	4	1 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{4}$	5	6	11 $\frac{1}{2}$	. . . . .	17
6	6 $\frac{1}{2}$	8	2 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{4}$	6	5 $\frac{1}{2}$	10	. . . . .	15
7	6 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	2	5 $\frac{1}{4}$	7	. . . . .	6	. . . . .	9 $\frac{1}{4}$
8	6 à Paris	2	2	7	8	. . . . .	2 $\frac{1}{2}$	. . . . .	10
9	. . . . .	$\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	7	9	. . . . .	4 $\frac{1}{2}$	. . . . .	10 $\frac{1}{2}$
10	. . . . .	$\frac{2}{3}$	2	9	10	. . . . .	9 $\frac{1}{4}$	. . . . .	14 $\frac{1}{2}$
11	. . . . .	2 $\frac{1}{4}$	à midi	9	11	. . . . .	9 $\frac{1}{2}$	. . . . .	10
12	. . . . .	3	2	6 $\frac{1}{2}$	12	. . . . .	5	2	11 $\frac{1}{2}$
13	. . . . .	1 $\frac{1}{2}$	3	5	13	. . . . .	8 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$
14	. . . . .	1 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	5	14	. . . . .	7 $\frac{1}{2}$	3	14
15	. . . . .	4	2 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	15	. . . à Paris	5 $\frac{1}{2}$	2	13 $\frac{1}{2}$
16	. . . . .	5	1	9	16	. . . . .	8	2 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$
17	. . . . .	5 $\frac{1}{2}$	2	8	17	. . . . .	6	3	12
18	. . . . .	1 $\frac{2}{3}$	2	8	18	. . . . .	5 $\frac{1}{2}$	3	14
19	. . . . .	0	2	8	19	. . . . .	8	1 $\frac{1}{2}$	15
20	. . . . .	5 $\frac{1}{4}$	2	8	20	. . . . .	8 $\frac{1}{2}$	3	18
21	. . . . .	4 $\frac{1}{2}$	2	7	21	. . . . .	10	2 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$
22	. . . . .	4 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	10	22	. . . à Charenton . .	7	2 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$
23	. . . . .	1 $\frac{2}{3}$	2 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{4}$	23	. . . . .	8	3	17
24	. . . . .	3	3	10	24	. . . . .	10	3	13
25	. . . . .	4	3	8	25	. . . . .	8	3	9
26	. . . . .	2 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	7	26	. . . . .	6 $\frac{1}{2}$	3	13
27	. . . . .	2 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	6	27	. . . . .	6 $\frac{1}{2}$	3	12
28	. . . . .	2	2 $\frac{1}{2}$	8	28	. . . . .	6	3	12 $\frac{1}{2}$
29	. . . . .	4	2 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{4}$	29	6	5	3	13
30	. . . . .	3 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	13	30	6	6 $\frac{1}{2}$	3	8
31	. . . . .	8	3	14					

M A I.

[1738.]

J U I N.

J.	Degrés du Matin.	Degrés d'Après-midi.	J.	Degrés du Matin.	Degrés d'Après-midi.
Heure.	Degrés.	Heure.	Degrés.	Heure.	Degrés.
1	5 $\frac{1}{2}$ à 2 $\frac{1}{2}$	3 à 7 $\frac{1}{2}$	1	5 $\frac{1}{2}$ à 10 $\frac{1}{2}$	3 à 12 $\frac{1}{2}$
2	5 $\frac{1}{2}$ 2 $\frac{1}{2}$	3 7 $\frac{1}{2}$	2	5 $\frac{1}{2}$ 11	3 17 $\frac{1}{2}$
3	5 $\frac{1}{2}$ 5	2 $\frac{1}{2}$ 10	3	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 20
4	. . . . . 6 $\frac{1}{2}$	3 10	4	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	. . . . . 17
5	. . . . . 6 $\frac{1}{2}$	. . . . . 12	5	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 17
6	. . . . . 6	. . . . . 12	6	. . . . . 10	. . . . . 20 $\frac{1}{2}$
7	. . . . . 6 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ 14	7	. . . . . 13 $\frac{1}{2}$	. . . . . 15
8	. . . . . 6 $\frac{1}{2}$	3 13 $\frac{1}{2}$	8	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 17
9	. . . . . 5 $\frac{1}{2}$	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	9	. . . . . 12	. . . . . 17
10	. . . . . 4 $\frac{1}{2}$	. . . . . 13	10	. . . . . 14	. . . . . 20
11	. . . . . 5	. . . . . 13	11	. . . . . 10 $\frac{1}{2}$	. . . . . 18
12	. . . . . 8 $\frac{1}{2}$	. . . . . 14	12	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 16
13	. . . . . 9	1 $\frac{1}{2}$ 17 $\frac{1}{2}$	13	. . . . . 11	. . . . . 17
14	. . . . . 9	3 20	14	. . . . . 10 $\frac{1}{2}$	. . . . . 16
15	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 20	15	5 8 $\frac{1}{2}$	. . . . . 16
16	. . . . . 12	. . . . . 17 $\frac{1}{2}$	16	5 $\frac{1}{2}$ 11	. . . . . 19
17	. . . . . 10	. . . . . 19 $\frac{1}{2}$	17	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 19 $\frac{1}{2}$
18	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ 20 $\frac{1}{2}$	18	. . . . . 13	. . . . . 20
19	. . . . . 10	3 18 $\frac{1}{2}$	19	. . . . . 13	. . . . . 21
20	. . . . . 11	. . . . . 17 $\frac{1}{2}$	20	. . . . . 14	3 $\frac{1}{2}$ 24
21	. . . . . 9	. . . . . 16 $\frac{1}{2}$	21	. . . . . 17	à midi 24
22	. . . . . 10 $\frac{1}{2}$	. . . . . 17 $\frac{1}{2}$	22	. . . . . 14	3 20
23	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 18 $\frac{1}{2}$	23	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	3 15
24	. . . . . 10	. . . . . 20 $\frac{1}{2}$	24	. . . . . 9 $\frac{1}{2}$	3 15
25	. . . . . 14	. . . . . 20 $\frac{1}{2}$	25	. . . . . 9	3 17
26	. . . . . 12	. . . . . 20 $\frac{1}{2}$	26	. . . . . 10	3 19 $\frac{1}{2}$
27	. . . . . 12	. . . . . 18 $\frac{1}{2}$	27	. . . . . 11	3 17
28	. . . . . 11	. . . . . 20	28	. . . . . 10	3 15
29	. . . . . 14	3 23	29	. . . . . 10	3 17
30	. . . . . 15	3 23 $\frac{1}{2}$	30	. . . . . 10	3 18
1	. . . . . 13 $\frac{1}{2}$	3 14 $\frac{1}{2}$			

JUILLET. [1738.]

A O U S T.

J.	Degrés du Matin.	Degrés d'Après-midi.	J.	Degrés du Matin.	Degrés d'Après-midi.
	Heures. Degrés.	Heures. Degrés.		Heures. Degrés.	Heures. Degrés.
1	à 5 & demie . . . à 10	à 3 à 14	1	à 5 & demie . . . à 14 $\frac{1}{2}$	à 3 $\frac{1}{2}$ 22
2	. . . à Paris . . . 11 $\frac{3}{4}$	. . . . . 17	2	. . . à Paris . . . 15 $\frac{1}{2}$	3 22
3	. . . . . 10	. . . . . 15	3	. . . . . 14 $\frac{1}{2}$	. . . . . 24
4	. . . . . 11	. . . . . 18 $\frac{1}{2}$	4	. . . . . 15 $\frac{1}{2}$	. . . . . 27
5	. . . . . 12	. . . . . 19 $\frac{1}{2}$	5	. . . . . 17	3 $\frac{1}{2}$ 29
6	. . . à Charenton . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 20	6	. . . . . 17	3 25
7	. . . à Paris . . . 12	3 $\frac{1}{2}$ 24	7	. . . . . 16	. . . . . 24
8	. . . . . 17	3 18	8	. . . . . 14	. . . . . 23
9	. . . . . 13 $\frac{1}{2}$	. . . . . 21	9	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	. . . . . 20
10	. . . . . 13	. . . . . 20 $\frac{1}{2}$	10	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	. . . . . 21
11	. . . . . 12	. . . . . 19	11	. . . . . 10 $\frac{1}{4}$	. . . . . 19 $\frac{1}{2}$
12	. . . . . 11	. . . . . 21	12	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	. . . . . 20 $\frac{1}{2}$
13	. . . à Charenton . . 13	. . . . . 21	13	. . . . . 13	. . . . . 21
14	. . . . . 14	. . . . . 23 $\frac{1}{2}$	14	. . . . . 15	. . . . . 23
15	. . . . . 14	. . . . . 23 $\frac{1}{2}$	15	. . . à Paris . . . 14 $\frac{1}{2}$	. . . . . 19 $\frac{1}{2}$
16	. . . . . 13	. . . . . 22	16	. . . . . 11	. . . . . 22
17	. . . . . 12	3 $\frac{1}{2}$ 22 $\frac{1}{2}$	17	. . . . . 16	. . . . . 18
18	. . . . . 14	. . . . . 24	18	. . . . . 11	. . . . . 20
19	. . . . . 13 $\frac{3}{4}$	. . . . . 23 $\frac{1}{2}$	19	. . . . . 12	. . . . . 21
20	. . . . . 14	. . . . . 20 $\frac{1}{2}$	20	. . . à Charenton . . 14 $\frac{1}{2}$	. . . à Paris . . . 24 $\frac{1}{2}$
21	. . . . . 11	. . . . . 19 $\frac{1}{2}$	21	3 à Charenton . . 12 $\frac{1}{2}$	. . . à Paris . . . 17 $\frac{1}{2}$
22	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 19 $\frac{1}{2}$	22	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	. . . . . 15
23	. . . . . 13 $\frac{1}{2}$	. . . . . 18	23	. . . à Paris . . . 13	. . . . . 18
24	. . . . . 13	. . . . . 17 $\frac{1}{2}$	24	. . . . . 14	. . . . . 19
25	. . . . . 12	. . . . . 20	25	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	. . . . . 17
26	. . . . . 15	. . . . . 21	26	. . . . . 10	. . . . . 14
27	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	. . . . . 22 $\frac{1}{2}$	27	. . . . . 11	. . . . . 15
28	. . . . . 14 $\frac{1}{2}$	. . . . . 26	28	. . . . . 10	. . . . . 14
29	. . . . . 16 $\frac{1}{2}$	3 26	29	. . . . . 13	. . . . . 17
30	. . . . . 17	. . . . . 24	30	. . . . . 12	. . . . . 17
31	. . . . . 15	. . . . . 21	31	. . . . . 11	. . . . . 16

SEPTEMBRE. [1738.] OCTOBRE.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	<i>Heures.</i>	<i>Degrés.</i>	<i>Heures.</i>	<i>Degrés.</i>		<i>Heures.</i>	<i>Degrés.</i>	<i>Heures.</i>	<i>Degrés.</i>
1	à 5 $\frac{1}{2}$	à 12 $\frac{1}{4}$	à 3	à 18	1	à 6	à 10	à 2 $\frac{1}{2}$	à 13
2	5 $\frac{1}{2}$	11	. . . . .	16 $\frac{1}{2}$	2	6	9 $\frac{1}{2}$	. . . . .	15
3	. . . . .	8 $\frac{1}{2}$	3	16 $\frac{1}{2}$	3	. . . . .	7	. . . . .	16
4	. . . . .	9 $\frac{1}{2}$	. . . . .	16 $\frac{1}{2}$	4	. . . . .	9	2	15
5	. . . . .	11	. . . . .	15 $\frac{1}{4}$	5	. . . . .	6 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	14
6	. . . . .	11 $\frac{1}{2}$	. . . . .	15	6	. . . . .	7	. . . . .	14 $\frac{1}{2}$
7	. . . . .	8 $\frac{1}{2}$	. . . . .	11 $\frac{1}{2}$	7	. . . . .	10	. . . . .	16 $\frac{1}{2}$
8	. . . . .	7 $\frac{1}{2}$	. . . . .	15	8	. . . . .	6	. . . . .	13
9	. . . . .	11 $\frac{1}{4}$	près Châtres	18	9	. . . . .	1 $\frac{1}{2}$	. . . . .	12 $\frac{1}{2}$
10	6. à Etampes . . .	9	. . . à Toury	16 $\frac{1}{4}$	10	. . . . .	6 $\frac{1}{2}$	2	14
11	5 $\frac{1}{2}$ à Artenay . .	4 $\frac{1}{2}$	. . . à Orleans . . .	17 $\frac{1}{2}$	11	. . . . .	6 $\frac{1}{2}$	2	13
12	5. à Clery	7	. . . à Saint-Dié . .	22	12	. . . . .	6 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	10
13	5 $\frac{1}{4}$ à Blois	10	3 à Amboise	22 $\frac{1}{2}$	13	. . . . .	7 $\frac{1}{2}$	. . . . .	10 $\frac{1}{2}$
14	5 $\frac{1}{2}$ à Amboise . .	13	3 sur la Levée près Tours	17 $\frac{1}{2}$	14	. . . . .	10 $\frac{1}{2}$	. . . . .	17 $\frac{1}{2}$
15	6 à Langès	10 $\frac{1}{2}$	2 sur la Lev. après la Chapelle-Blanche	16	15	. . . . .	12 $\frac{1}{2}$	. . . . .	17
16	5 $\frac{1}{2}$ à Saumur . . .	4 $\frac{1}{2}$	3 près Montreuil	17	16	. . . . .	11 $\frac{1}{2}$	. . . . .	15
17	6 à Thouars	10	3 près Breffuire	20 $\frac{1}{2}$	17	. . . . .	12	2	14
18	5 $\frac{1}{2}$ à Breffuire . .	13	1 près la Forêt . .	21 $\frac{1}{2}$	18	. . . . .	7 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	13
19	6 à Reaumur . . .	10 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	19	. . . . .	8 $\frac{1}{2}$	. . . . .	12 $\frac{1}{2}$
20	6	11	3	17	20	. . . . .	3 $\frac{1}{4}$	. . . . .	12 $\frac{1}{4}$
21	. . . . .	11	3	19 $\frac{1}{2}$	21	. . . . .	4	3 près Breffuire	13 $\frac{1}{2}$
22	. . . . .	12	. . . . .	15 $\frac{1}{2}$	22	6 $\frac{1}{2}$ à Breffuire . .	6	2 $\frac{1}{2}$ près Thouars	13
23	. . . . .	6	. . . . .	15	23	6 à Thouars . . .	6 $\frac{1}{4}$	3 près Montreuil	11 $\frac{1}{4}$
24	. . . . .	8	. . . . .	17	24	6 à Saumur	10 $\frac{1}{2}$	5 près Langès . .	12
25	. . . . .	10	. . . . .	19 $\frac{1}{4}$	25	6 à Langès	10	2 $\frac{1}{2}$ près Tours . .	13 $\frac{1}{4}$
26	. . . . .	8 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	17	26	6 $\frac{1}{2}$ à Amboise . .	10	2 près Blois . . .	15
27	. . . . .	4 $\frac{1}{2}$	. . . . .	15	27	6 à Blois	3 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ près S. Laurent des Laux	10 $\frac{1}{4}$
28	. . . . .	5	. . . . .	14 $\frac{1}{4}$	28	6 à Clery	4	1 $\frac{1}{2}$ à Orleans . . .	9
29	. . . . .	6	3 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	29	6 $\frac{1}{2}$ à Toury	5	3 à Etampes . . .	8 $\frac{1}{2}$
30	. . . . .	10	5	13	30	6 à Etampes	5	2 près Châtres	8 $\frac{1}{2}$
					31	6 à Paris	5	2	8

NOVEMBRE.

NOVEMBRE. [1738.] DECEMBRE.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.		Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.
1	à 6 à Charenton . .	3	à 2 à	5	1	à 7	$5\frac{1}{2}$	à 2 à	8
2	6	$6\frac{1}{4}$	2	$7\frac{1}{2}$	2	. . . . .	$5\frac{1}{4}$	2	$8\frac{1}{2}$
3	$6\frac{1}{2}$	3	2	$7\frac{1}{2}$	3	. . . . .	5	2	$9\frac{1}{4}$
4	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	8	4	. . . . .	5	. . . . .	$8\frac{1}{2}$
5	$6\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	5	. . . . .	$7\frac{1}{2}$	. . . . .	7
6	$5\frac{1}{2}$	2	$10\frac{1}{2}$	6	. . . . .	5	. . . . .	8
7	$6\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	7	. . . . .	$6\frac{1}{2}$	. . . . .	$9\frac{1}{2}$
8	3	. . . . .	$7\frac{1}{2}$	8	. . . . .	7	. . . . .	10
9	$2\frac{1}{2}$	. . . . .	$3\frac{1}{2}$	9	. . . . .	$7\frac{1}{2}$	. . . . .	10
10	5	. . . . .	$7\frac{1}{2}$	10	. . . . .	6	. . . . .	$9\frac{1}{2}$
11	7	$5\frac{1}{2}$	. . . . .	. . . . .	11	. . . . .	$4\frac{1}{2}$	. . . . .	9
12	$3\frac{1}{2}$	. . . . .	$7\frac{1}{2}$	12	. . . . .	5	. . . . .	7
13	$4\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	8	13	. . . . .	$9\frac{1}{2}$	. . . . .	$11\frac{1}{2}$
14	$5\frac{1}{2}$	. . . . .	$5\frac{1}{2}$	14	6	$7\frac{1}{2}$	. . . . .	$10\frac{1}{2}$
15	$3\frac{1}{2}$	. . . . .	2	15	. . . . .	8	. . . . .	8
16	1	2	$1\frac{1}{2}$	16	. . . . .	$3\frac{1}{2}$	2	6
17	$2\frac{1}{2}$	2	1	17	. . . . .	8	1	11
18	3	2	1	18	. . . . .	$9\frac{1}{4}$	1	$10\frac{1}{4}$
19	2	. . . . .	$4\frac{1}{2}$	19	. . . . .	$5\frac{1}{2}$	1	8
20	0	. . . . .	2	20	. . . . .	2	2	6
21	$3\frac{1}{2}$	. . . . .	0	21	. . . . .	7	2	$9\frac{1}{2}$
22	$3\frac{1}{2}$	. . . . .	1	22	. . . . .	$6\frac{1}{2}$	. . . . .	6
23	4	1	$\frac{1}{2}$	23	. . . . .	$4\frac{1}{2}$	. . . . .	$5\frac{1}{2}$
24	3	2	$\frac{1}{2}$	24	. . . . .	1	. . . . .	0
25	4	2	0	25	. . . . .	$2\frac{1}{2}$	. . . . .	2
26	2	. . . . .	2	26	. . . . .	$3\frac{1}{2}$	. . . . .	5
27	2	. . . . .	. . . . .	27	. . . . .	4	. . . . .	5
28	1	. . . . .	. . . . .	28	. . . . .	$\frac{1}{2}$	. . . . .	2
29	2	. . . . .	2	29	. . . . .	$\frac{1}{2}$	. . . . .	. . . . .
30	$\frac{1}{4}$	. . . . .	$6\frac{1}{4}$	30	. . . . .	$\frac{1}{2}$	. . . . .	2
					31	. . . . .	1	. . . . .	2

*RESULTATS DES TABLES PRÉCÉDENTES,
qui donnent les plus grands chauds & les plus grands froids
de chaque mois de 1738, soit du matin, soit de l'après midi.*

Plus grand froid du Matin.	Plus grand froid de l'Après-midi.	Plus grand chaud du Matin.	Plus grand chaud de l'Après-midi.
JANVIER 1738.			
8. à 7 ^h à 6 ^d	8. à 2 ^h à 4 ^d	20. à 6 ^h à 6 ^d	19. à 2 ^h à 9 ^d
FEVRIER.			
17. à 6 ^h à 4 ^d	17. à 1 ^h à 2 ^d	3. } à 6 ^h à 7 ^d 15. } 28. }	28. à 3 ^h à 12 ^d
MARS.			
19. à 6 ^h à 6 ^d	13. } à 3 ^h à 5 ^d 14. }	6. } à 6 ^h à 8 ^d 31. }	31. à 3 ^h à 14 ^d
AVRIL.			
8. à 5 ^h à 2 ^d	30. à 3 ^h à 8 ^d	4. } à 5 ^h à 11 ^d 5. }	4. à 3 ^h à 19 ^d
M AI.			
1. } à 5 ^h à 2 ^d 2. }	2. à 3 ^h à 7 ^d	30. à 5 ^h à 15 ^d	29. } à 3 ^h à 23 ^d 30. }
J U I N.			
15. à 5 ^h à 8 ^d	1. à 3 ^h à 12 ^d	21. à 5 ^h à 17 ^d	20. } à 3 ^h à 24 ^d 21. }
J U I L L E T.			
1. à 5 ^h à 10 ^d	1. à 3 ^h à 14 ^d	8. } à 5 ^h à 17 ^d 30. }	28. } à 3 ^h à 26 ^d 29. }
A O U T.			
16. } à 5 ^h à 10 ^d 28. }	22. à 3 ^h à 15 ^d	5. } à 5 ^h à 17 ^d 6. }	5. à 3 ^h à 29 ^d

Plus grand froid du Matin.	Plus grand froid de l'Après-midi.	Plus grand chaud du Matin.	Plus grand chaud de l'Après-midi.
SEPTEMBRE.			
<i>Jours.</i> 16. } à 5 ^h $\frac{1}{2}$ à 4 ^d $\frac{1}{2}$ 27. }	<i>Jours.</i> 30. à 5 ^h à 13 ^d	<i>Jours.</i> 14. à 5 ^h $\frac{1}{2}$ à 13 ^d	<i>Jours.</i> 13. à 3 ^h à 22 ^d $\frac{1}{4}$
OCTOBRE.			
9. à 6 ^h à 1 ^d $\frac{1}{2}$	29. à 3 ^h à 8 ^d $\frac{1}{2}$	15. à 6 ^h à 12 ^d	14. à 3 ^h à 17 ^d $\frac{1}{2}$
NOVEMBRE.			
23. } à 7 ^h à 4 ^t 25. }	21. } à 2 ^h à 0 ^d 25. }	5. } à 6 ^h $\frac{1}{2}$ à 6 ^d $\frac{1}{2}$ 6. }	6. } à 2 ^h à 1 ^t 7. }
DECEMBRE.			
25. à 7 ^h à 2 ^d $\frac{1}{2}$	24. à 2 ^h à 0 ^t	13. } à 7 ^h à 9 ^d $\frac{1}{4}$ 18. }	13. à 2 ^h à 11 ^d

Les Volumes précédents ont fourni des preuves de la constante assiduité de M. Cosigny à faire chaque jour une observation du Thermometre; la suite de celles qu'il nous a envoyées pendant plusieurs années, nous ayant allés mis au fait de la marche du Thermometre, tant à l'Isle de Bourbon qu'à l'Isle de France, nous nous sommes contentés pour l'année 1737, d'extraire de ses Tables deux observations pour chaque mois, celle du jour où la liqueur a monté le plus haut, & celle du jour où elle s'est le moins élevée. Nous allons en user de même pour l'année 1738.

396 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
ISLE DE FRANCE.

JOURS DE CHAQUE MOIS où la liqueur du Thermometre s'est le plus élevée.	JOURS DE CHAQUE MOIS où la liqueur du Thermometre s'est le moins élevée.
J A N V I E R 1738.	
Le 26 à 26 degrés	Le 10 à 22 degrés $\frac{1}{2}$
F E V R I L R.	
Le 6 à 25 degrés $\frac{2}{3}$	Le 27 à 21 degrés $\frac{1}{2}$
M A R S.	
Le 13 à 25 degrés	Le 1 à 22 degrés
A V R I L.	
Le 6 à 24 degrés	Le 10 } à 21 degrés $\frac{1}{2}$ Le 19 }
M A I.	
Le 7 à 23 degrés $\frac{1}{4}$	Le 12 à 20 degrés
J U I N.	
Le 1 à 21 degrés	Le 13 à 17 degrés
J U I L L E T.	
Le 27 à 20 degrés $\frac{1}{4}$	Le 28 } à 17 degrés $\frac{1}{2}$ Le 30 } Le 31 }
A O U S T.	
Le 21 à 20 degrés $\frac{1}{2}$	Le 1 à 17 degrés
S E P T E M B R E.	
Le 5 à 21 degrés $\frac{1}{2}$	Le 22 à 18 degrés $\frac{1}{2}$
O C T O B R E.	
Le 18 } à 23 degrés Le 22 } Le 30 }	Le 3 } à 19 degrés Le 5 }

Jours de chaque mois où la liqueur s'est le plus élevée.	Jours de chaque mois où la liqueur s'est le moins élevée.
N O V E M B R E.	
Le 21 } à 24 degrés	Le 16 à 21 degrés
Le 24 }	
D E C E M B R E.	
Le 31 à 24 degrés $\frac{3}{4}$	Le 7 à 21 degrés $\frac{1}{2}$

Les résultats précédents suffisent pour montrer que les variations de la liqueur du Thermometre ont été aussi peu considérables à l'Isle de France pendant l'année 1738 que pendant les années précédentes.

Nous ne connoissons pas encore aussi-bien les différentes températures de l'air de Pondichery, que nous connoissons celles de l'Isle de France ; nous sçavons pourtant que l'on y est exposé dans certains temps de l'année à souffrir des chaleurs dont on se plaint beaucoup. Aussi n'hésitons-nous pas à rapporter les observations qui y ont été faites journellement par un Religieux Capucin pendant huit mois consécutifs de l'année 1738. Ce révérend Pere est le même à qui nous devons celles qui ont été imprimées dans les Volumes de 1736 & de 1737 ; nous avons eu alors occasion de dire qu'il avoit porté l'attention chaque jour au de-là de ce que nous eussions osé exiger, jusqu'à faire quatre observations. La première à 6 heures du matin, la seconde à 11 heures, la troisième à 2 heures après midi, & la quatrième à 5 heures. Outre les quatre colonnes où se trouvent dans ses Tables de chaque mois, ces quatre suites d'observations, il y a fait entrer une cinquième colonne où il a marqué l'heure du jour à laquelle la liqueur s'est le plus élevée. De ces cinq colonnes qui composent les Tables, il nous a paru qu'il suffisoit d'en faire imprimer deux ; celle qui donne pour chaque jour le degré du Thermometre à 6 heures du matin, & celle qui donne le degré de la plus grande chaleur du jour.

*Observations faites à Pondichery sur le Thermometre,
depuis le 1.^{er} de Février jusqu'au dernier
Septembre 1738.*

(1738.) FEVRIER.				MARS.			
Jours.	A 6 hour. du matin.	La plus grande élévation après midi.		A 6 hour. du matin.	La plus grande élévation après midi.		
	Degrés.	Heures.	Degrés.	Degrés.	Heures.	Degrés.	
1	22	3	$24\frac{1}{4}$	...	3	26	
2	$21\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$24\frac{1}{2}$	22	$2\frac{1}{4}$	$25\frac{1}{2}$	
3	...	$3\frac{1}{2}$	$24\frac{1}{2}$	<i>Id.</i>	2	$25\frac{1}{2}$	
4	$21\frac{1}{4}$	2	$24\frac{1}{4}$	$22\frac{1}{4}$	3	$25\frac{1}{4}$	
5	...	3	$24\frac{1}{4}$	22	$2\frac{1}{2}$	$25\frac{1}{2}$	
6	$21\frac{1}{3}$	$2\frac{1}{4}$	$25\frac{1}{4}$	$22\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	26	
7	21	2	$24\frac{3}{4}$	23	2	$25\frac{1}{2}$	
8	$21\frac{1}{8}$	3	25	$22\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$25\frac{1}{2}$	
9	...	...	...	<i>Id.</i>	$2\frac{1}{2}$	$25\frac{1}{2}$	
10	$21\frac{1}{5}$	2	25	...	3	$25\frac{1}{2}$	
11	22	$2\frac{1}{4}$	$24\frac{2}{3}$	$22\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	$25\frac{1}{4}$	
12	...	...	...	$22\frac{1}{3}$	$2\frac{1}{4}$	26	
13	$21\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	25	...	2	26	
14	22	3	25	23	3	26	
15	$21\frac{2}{3}$	$2\frac{3}{4}$	$25\frac{1}{4}$	<i>Id.</i>	$2\frac{1}{2}$	$25\frac{1}{2}$	
16	$21\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$25\frac{1}{4}$	<i>Id.</i>	2	26	
17	$21\frac{1}{3}$	$2\frac{1}{4}$	$25\frac{1}{2}$	$23\frac{1}{4}$	2	$26\frac{1}{4}$	
18	22	...	...	$22\frac{1}{4}$	3	26	
19	...	3	26	$22\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$26\frac{1}{2}$	
20	22	$3\frac{1}{4}$	$25\frac{3}{4}$	23	3	$26\frac{1}{2}$	
21	$21\frac{3}{4}$	2	26	...	2	26	
22	22	2	$26\frac{1}{4}$	$23\frac{1}{4}$	2	$26\frac{1}{2}$	
23	$21\frac{1}{2}$	3	26	23	$3\frac{1}{2}$	$26\frac{1}{2}$	
24	$21\frac{1}{3}$	$2\frac{1}{2}$	$25\frac{1}{4}$	$23\frac{1}{4}$	2	26	
25	$21\frac{2}{3}$	$2\frac{1}{2}$	$26\frac{1}{2}$	<i>Id.</i>	$2\frac{1}{2}$	$25\frac{3}{4}$	
26	22	3	$26\frac{1}{4}$	23	$2\frac{3}{4}$	26	
27	22	2	26	$23\frac{1}{2}$	2	26	
28	$21\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$25\frac{1}{4}$	23	3	$26\frac{1}{2}$	
29	...	...	...	23	2	26	
30	...	...	...	$24\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$26\frac{1}{2}$	
31	...	...	...	

(1738.) AVRIL.				MAI.			JULIN.		
Jours.	A 6 h. du matin.	La plus grande élévation après midi.		A 6 ^h ₂ du matin.	La plus grande élévation avant & après midi.		A 6 ^h ₂ du matin.	La plus grande élévation avant & après midi.	
	Degrés.	Heures.	Degrés.	Degr.	Heures.	Degrés.	Degr.	Heures.	Degrés.
1	24	à 1 ¹ / ₂ . . .	26 ² / ₃	26	de 1 ¹ / ₂ à 2 . . .	28 ¹ / ₂	26	de 2 à 3 . . .	29 ¹ / ₂
2	...	3	26 ³ / ₄	...	de 2 à 3 ¹ / ₄ . . .	29	...	de 1 ¹ / ₂ à 2 ¹ / ₂ . . .	28 ¹ / ₄
3	24 ¹ / ₄	2	26 ³ / ₄	26 ¹ / ₄	de 2 à 3 . . .	29	25 ³ / ₄	de 2 à 3 . . .	28 ¹ / ₂
4	...	...	...	...	de 1 ¹ / ₂ à 2 . . .	28 ¹ / ₄	26	de 2 ¹ / ₂ à 3 . . .	29 ¹ / ₃
5	...	...	...	26	de 1 2 à 1 . . .	29	25 ³ / ₄	de 2 ¹ / ₄ à 2 ¹ / ₂ . . .	29
6	...	...	...	...	de 3 à 4 . . .	28 ¹ / ₂	<i>Id.</i>	de 2 à 3 . . .	29
7	...	2	27	25 ¹ / ₂	à 1	28 ³ / ₄	25 ¹ / ₂	de 2 ¹ / ₂ à 3 . . .	29
8	24 ¹ / ₂	...	...	25 ¹ / ₃	de 1 ¹ / ₂ à 3 . . .	28 ¹ / ₂	25 ¹ / ₄	...	...
9	...	2	27	...	de 2 à 3 ¹ / ₂ . . .	30	25 ¹ / ₂	...	...
10	...	1 ³ / ₄ . . .	26 ³ / ₄	...	de 2 ¹ / ₂ à 3 . . .	30 ¹ / ₄	26 ¹ / ₄	de 2 ¹ / ₄ à 3 ¹ / ₂ . . .	29 ¹ / ₂
11	24 ³ / ₄	2 ³ / ₄ . . .	27	25 ³ / ₄	de 3 à 4 . . .	30 ¹ / ₂	26	de 1 ¹ / ₂ à 3 . . .	29 ¹ / ₂
12	24 ¹ / ₂	2 ¹ / ₄ . . .	26 ³ / ₄	25	à 3 ¹ / ₄ . . .	28 ¹ / ₄	26 ¹ / ₂	de 1 à 1 ¹ / ₂ . . .	29 ¹ / ₂
13	24 ¹ / ₂	3	27	<i>Id.</i>	de 2 à 2 ¹ / ₂ . . .	27 ³ / ₄	...	de 2 à 3 ¹ / ₂ . . .	30 ¹ / ₄
14	...	2 ¹ / ₂ . . .	27	25 ¹ / ₄	de 1 à 3 . . .	28	...	de 1 à 2 ¹ / ₂ . . .	29 ¹ / ₂
15	24 ³ / ₄	2 ¹ / ₄ . . .	27 ¹ / ₄	...	de 2 à 2 ¹ / ₂ . . .	28	26 ³ / ₄	de 1 ¹ / ₂ à 3 . . .	30 ¹ / ₂
16	25	3	27 ¹ / ₂	25 ¹ / ₄	de 2 à 3 ¹ / ₂ . . .	28 ¹ / ₂	27	de 1 à 2 ¹ / ₂ . . .	30
17	24 ³ / ₄	2 ¹ / ₂ . . .	28	26 ² / ₃	de 2 à 3 . . .	28 ¹ / ₂	<i>Id.</i>	de 1 ¹ / ₂ à 3 . . .	29 ¹ / ₂
18	<i>Id.</i>	2	28	25 ³ / ₄	de 1 ¹ / ₂ à 3 . . .	29 ¹ / ₃	26 ³ / ₄	de 2 à 2 ¹ / ₂ . . .	29
19	24 ² / ₃	2 ¹ / ₂ . . .	28 ¹ / ₄	27	de 2 à 3 ¹ / ₂ . . .	32 ¹ / ₂	27 ¹ / ₄	de 1 ¹ / ₂ à 2 ¹ / ₂ . . .	29
20	24 ¹ / ₂	2	27 ¹ / ₄	27 ¹ / ₂	de 1 à 3 . . .	32	...	de 1 à 3 ¹ / ₄ . . .	28 ³ / ₄
21	25	2	27 ³ / ₄	<i>Id.</i>	de 2 ¹ / ₂ à 4 . . .	32	27 ¹ / ₂	de 1 à 3 . . .	28 ¹ / ₂
22	24 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂ . . .	28 ¹ / ₄	27	de 2 à 4 . . .	30	...	de 1 à 2 . . .	29
23	25	3	28 ¹ / ₂	<i>Id.</i>	de 2 à 2 ¹ / ₂ . . .	31	26 ³ / ₄	de 1 ¹ / ₄ à 2 . . .	29
24	...	2 ³ / ₄ . . .	27 ³ / ₄	...	de 2 ¹ / ₂ à 3 . . .	31	...	de 2 à 2 ¹ / ₂ . . .	29
25	25 ¹ / ₂	...	...	...	de 2 à 2 ¹ / ₂ . . .	31 ¹ / ₂	26 ¹ / ₄	de 1 à 2 ¹ / ₂ . . .	29
26	<i>Id.</i>	3	27	27 ¹ / ₄	de 3 à 3 ¹ / ₂ . . .	31 ¹ / ₂	27 ¹ / ₂	de 2 ¹ / ₄ à 3 ¹ / ₂ . . .	29 ¹ / ₂
27	26	3 ¹ / ₂ . . .	27 ¹ / ₂	27	de 1 ¹ / ₂ à 2 . . .	31 ¹ / ₂	27 ¹ / ₂	de 2 ¹ / ₄ à 3 ¹ / ₂ . . .	29 ¹ / ₂
28	25 ³ / ₄	3	27 ¹ / ₂	26 ³ / ₄	de 2 ¹ / ₂ à 3 ¹ / ₄ . . .	32 ¹ / ₄	27	de 2 ¹ / ₄ à 3 . . .	30
29	...	1 ¹ / ₂ . . .	27	26	de 3 à 4 . . .	31	...	de 2 ¹ / ₄ à 4 . . .	30
30	...	2 ¹ / ₄ . . .	27	25 ³ / ₄	de 2 ¹ / ₄ à 3 . . .	29	...	de 2 ¹ / ₄ à 3 . . .	29 ¹ / ₂
31	...	...	...	26	de 1 à 2 ¹ / ₂ . . .	30	...	...	...

400 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

(1738.) JUILLET.			A O U T.			SEPTEMBRE.		
	A 6 ^h ₁ du matin.	La plus grande elevation du vent & apres midi.	A 6 ^h ₁ du matin.	La plus grande elevation apres midi.	A 6 ^h ₁ du matin.	La plus grande elevation apres midi.		
	<i>Heures.</i>	<i>Degrés.</i>	<i>De.</i>	<i>Heures.</i>	<i>Degrés.</i>	<i>Degrés.</i>	<i>Heures.</i>	<i>Degrés.</i>
1	26	de 2 $\frac{1}{2}$ à 3 $\frac{1}{4}$... 29	25	de 2 $\frac{1}{2}$ à 2 $\frac{3}{4}$... 29 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{2}$	à 2 $\frac{1}{2}$ 26 $\frac{1}{4}$		
2	26	de 1 $\frac{1}{4}$ à 3... 30	25 $\frac{1}{2}$	... . . . . .			
3	26	de 2 à 3 $\frac{1}{2}$... 29 $\frac{1}{2}$	26	de 1 $\frac{1}{2}$ à 3... 29	24	à 3 $\frac{1}{2}$ 27 $\frac{1}{4}$		
4	26 $\frac{1}{2}$	de 1 $\frac{1}{4}$ à 2 $\frac{1}{2}$... 29 $\frac{1}{4}$	...	de 2 à 3 $\frac{1}{4}$... 29	<i>Id.</i>	à 3 $\frac{1}{4}$ 27 $\frac{1}{2}$		
5	27	de 2 à 3 $\frac{1}{4}$... 29 $\frac{1}{2}$	26	de 2 à 3... 28 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{4}$	à 3 $\frac{1}{2}$ 28 $\frac{1}{4}$		
6	...	... . . . . . 29	25 $\frac{1}{2}$	de 1 $\frac{1}{4}$ à 3 $\frac{1}{4}$... 29	24	à 2 $\frac{1}{2}$ 29		
7	25 $\frac{1}{2}$	de 2 à 3 $\frac{1}{2}$... 28 $\frac{1}{2}$	25 $\frac{1}{2}$	... . . . . .	25	à 2 27 $\frac{1}{2}$		
8	25 $\frac{1}{4}$	de 1 $\frac{1}{2}$ à 3... 28 $\frac{1}{4}$	26	de 2 $\frac{1}{4}$ à 3 $\frac{1}{2}$... 29 $\frac{1}{2}$	...	à 2 28		
9	<i>Id.</i>	de 2 à 3... 28 $\frac{1}{2}$	25 $\frac{3}{4}$	à 2 28 $\frac{3}{4}$	24 $\frac{1}{4}$	à 3 28		
10	24 $\frac{3}{4}$	de 2 $\frac{1}{2}$ à 3... 28 $\frac{1}{4}$	25 $\frac{1}{2}$	de 2 à 3... 28 $\frac{1}{2}$	25	à 2 28		
11	24	de 2 à 2 $\frac{1}{2}$... 28 $\frac{1}{4}$	25	de 2 à 3... 28	24	à 2 $\frac{1}{4}$ 28 $\frac{1}{4}$		
12	24 $\frac{3}{4}$	à 2 $\frac{1}{2}$ 29	24 $\frac{2}{3}$	de 1 $\frac{1}{2}$ à 4... 27	25	à 2 $\frac{1}{4}$ 27 $\frac{3}{4}$		
13	25	à 2 29	24 $\frac{2}{3}$	de 1 $\frac{1}{2}$ à 3... 27	24	à 2 26 $\frac{1}{2}$		
14	25 $\frac{1}{4}$	de 2 à 2 $\frac{1}{2}$... 29 $\frac{1}{4}$	<i>Id.</i>	de 2 à 3 $\frac{1}{2}$... 27 $\frac{1}{4}$	23 $\frac{3}{4}$	à 3 $\frac{1}{2}$ 26 $\frac{1}{2}$		
15	25 $\frac{1}{2}$	de 2 $\frac{1}{4}$ à 3 $\frac{1}{4}$... 29 $\frac{2}{3}$	...	... . . . . .	23 $\frac{3}{4}$	à 2 $\frac{1}{4}$ 26 $\frac{1}{2}$		
16	<i>Id.</i>	de 1 $\frac{1}{2}$ à 3 $\frac{1}{2}$... 30	...	de 2 $\frac{1}{4}$ à 3... 28 $\frac{1}{2}$	23	à 2 26 $\frac{1}{2}$		
17	...	de 2 à 4... 29 $\frac{1}{2}$	25	de 2 $\frac{1}{2}$ à 3... 28	23 $\frac{1}{2}$			
18	25 $\frac{1}{2}$	à 2 29 $\frac{1}{4}$	25 $\frac{1}{2}$	de 3 à 3 $\frac{1}{2}$... 29 $\frac{1}{2}$	<i>Id.</i>	à 3 26 $\frac{1}{2}$		
19	26	de 1 à 4 $\frac{1}{2}$... 30	<i>Id.</i>	de 2 $\frac{1}{2}$ à 4 $\frac{1}{2}$... 29 $\frac{1}{2}$	24	à 3 26 $\frac{1}{2}$		
20	...	de 1 $\frac{1}{2}$ à 5... 30	25 $\frac{3}{4}$	de 1 $\frac{1}{2}$ à 3... 29	24 $\frac{1}{2}$	à 3 $\frac{1}{2}$ 28 $\frac{1}{2}$		
21	25 $\frac{1}{2}$	de 2 à 4... 30	25 $\frac{1}{2}$	de 2 à 3 $\frac{1}{4}$... 28 $\frac{3}{4}$	...	à 2 $\frac{1}{4}$ 28		
22	26	de 2 à 3 $\frac{1}{2}$... 29 $\frac{1}{2}$	25 $\frac{1}{4}$	à 3 28	24 $\frac{1}{2}$	à 3 27 $\frac{3}{4}$		
23	<i>Id.</i>	à 2 30	<i>Id.</i>	à 2 $\frac{1}{2}$ 27 $\frac{1}{2}$	25	à 2 28		
24	26 $\frac{1}{4}$	de 1 $\frac{1}{2}$ à 3 $\frac{1}{2}$... 30 $\frac{1}{4}$	24 $\frac{3}{4}$	de 1 $\frac{1}{4}$ à 2 $\frac{1}{2}$... 27 $\frac{3}{4}$	24 $\frac{3}{4}$	à 2 $\frac{1}{2}$ 28 $\frac{1}{4}$		
25	26 $\frac{1}{2}$	de 12 à 4... 30 $\frac{1}{2}$	...	de 2 $\frac{1}{2}$ à 3... 27	25	de 1 $\frac{1}{2}$ à 4... 28 $\frac{1}{4}$		
26	...	de 1 à 4... 30	25 $\frac{1}{2}$	de 2 $\frac{1}{2}$ à 3... 27	<i>Id.</i>	de 2 à 4... 28		
27	26 $\frac{1}{2}$	de 2 à 4 $\frac{1}{4}$... 30 $\frac{1}{8}$	23 $\frac{1}{2}$	de 2 à 3 $\frac{1}{2}$... 25 $\frac{3}{2}$	25 $\frac{1}{4}$	de 2 à 3 $\frac{1}{2}$... 28 $\frac{1}{4}$		
28	26 $\frac{1}{2}$	de 2 $\frac{1}{4}$ à 4 $\frac{1}{2}$... 30 $\frac{1}{4}$	23	de 2 à 4... 25 $\frac{1}{2}$	...	à 3 $\frac{1}{4}$ 28 $\frac{1}{2}$		
29	27	... . . . . .	<i>Id.</i>	de 2 $\frac{1}{2}$ à 3 $\frac{1}{2}$... 25 $\frac{1}{2}$	25			
30	25	de 1 à 4 $\frac{1}{2}$... 29 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	de 1 $\frac{1}{2}$ à 2 $\frac{1}{4}$... 25	24 $\frac{3}{4}$	à 2 28		
31	26	de 1 à 4 $\frac{1}{2}$... 30	24	de 2 à 2 $\frac{1}{2}$... 26				

M. David

M. David, Directeur pour la Compagnie des Indes au Sénégal, est le premier qui nous ait communiqué des observations précises sur les chaleurs qui regnent en certain temps dans un pays où nous scavons seulement qu'elles étoient presque insupportables à ceux qui sont nés dans nos climats. Nous ne pouvons donner actuellement que celles qu'il a faites pendant 31 jours consécutifs, observant régulièrement le Thermometre entre 5 à 6 heures du matin & à 3 heures après midi. Cette suite d'observations, quoique courte, suffit pour nous faire juger que les chaleurs de cette partie de l'Afrique sont réellement excessives.

Observations sur le Thermometre construit selon les principes de M. de Reaumur, faites par les 16 degrés de Latitude Nord, & 2 degrés 30 minutes de Longitude, Méridien de l'Isle de Fer, dans l'Isle du Sénégal, située sur le Niger, à deux lieues dans le Nord de son embouchure, & à un demi-quart de lieue dans l'Est de la Mer, la Côte courant Nord & Sud, ainsi que la Rivière.

Jours des mois.	De 5 à 6 heures du matin.		De midi à 3 heures du soir.	
	Vents.	Degrés.	Vents.	Degrés.
	M A R S 1738.			
31	N. O.	19 $\frac{2}{3}$	E.	33 $\frac{1}{4}$
	A V R I L.			
1	N.	20	Id.	36 $\frac{1}{2}$
2	N. O.	15	N. $\frac{1}{4}$ N. E.	25
3	De N. à N. O.	Id.	De N. à N. O.	25
4	Id.	15	Id.	26
5	S. E.	17	Id.	26
6	N.	19 $\frac{1}{2}$	E.	36 $\frac{2}{3}$
7	E.	22 $\frac{1}{2}$	Id.	35 $\frac{2}{3}$
8	N. E.	18	N. E.	30
9	De N. à N. O.	15	De N. à N. O.	27
10	N. N. O.	16	E.	35 $\frac{2}{3}$
11	N.	17	Id.	36 $\frac{1}{2}$

Mem. 1738.

Ecc

402 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

Jours du mois.	De 5 à 6 heures du matin.		De midi à 3 heures du soir.	
	<i>Vents.</i>	<i>Degrés.</i>	<i>Vents.</i>	<i>Degrés.</i>
	A V R I L.			
12	E.	22	E.	$38\frac{1}{4}$
13	Id.	17	Id.	$36\frac{1}{2}$
14	N.	15	N.	25
15	N. O.	14	N. O.	24
16	Id.	14	Id.	24
17	Id.	15	Id.	24
18	N. N. O.	$15\frac{1}{2}$	N.	28
19	N. O.	15	N. O.	24
20	De N. à N. N. O. . .	15	De N. à N. N. O. . .	24
21	Id.	15	Id.	24
22	Id.	15	Id.	24
23	Id.	15	Id.	24
24	Id.	16	Id.	25
25	Id.	16	Id.	25
26	Id.	16	Id.	25
27	O.	17	O.	25
28	Id.	17	Id.	25
29	O. N. O.	18	O. N. O.	25
30	Id.	$18\frac{1}{2}$	Id.	25

La Table précédente nous apprend que le 12 Avril, dans l'Isle du Sénégal, la liqueur du Thermometre étoit élevée à 3 heures après midi, à $38\frac{1}{4}$ degrés. Nous devons avoir peine à concevoir que des hommes de notre pays puissent résister à une pareille chaleur, nous qui étouffons, même dans nos appartements, lorsqu'il arrive, ce qui est bien rare, que l'air extérieur fait monter la liqueur du Thermometre aux environs de $29\frac{1}{2}$ degrés. Voilà 8 degrés $\frac{3}{4}$ par de-là une chaleur qui nous permet à peine de respirer. Ce qui doit rendre encore les chaleurs du Sénégal plus difficiles à soutenir que ne sont celles de différents pays, comme celles de Pondichery, par exemple, y fussent-elles aussi excessives, c'est que les variations en sont considérables : le passage

d'un air qui seroit tempéré dans la plupart des pays, à un air brûlant, y est assés prompt ; car on voit dans la Table, que le 15 Avril au matin, la liqueur du Thermometre n'étoit qu'à 14 degrés au Sénégal. La liqueur s'éleve apparemment en certain temps aussi brusquement qu'elle étoit descenduë dans celui que nous remarquons. L'air à Paris nous paroît fort chaud, quand la liqueur se trouve à 24 degrés au dessus de zero, ou de la congélation. Le froid deviendroit extrêmement vif pour nous, si d'un jour à l'autre, la liqueur qui étoit montée à ces 24 degrés, descendoit à $\frac{1}{4}$ de degrés au dessous de zero ; elle a le même chemin à faire pour descendre de 38 degrés $\frac{1}{4}$ à 14. Il est vrai que nous ne sçavons pas si l'échelle de nos sensations, pour ainsi dire, est proportionnée à celle du Thermometre ; j'ai cependant remarqué que toutes les fois qu'il se fait un changement de quatre degrés, soit en montant, soit en descendant, nous nous appercevions de ce changement ; quelque bas que la liqueur fût au dessous de la congélation, quand elle a remonté de quatre degrés, l'air est devenu sensiblement plus doux pour nous ; & à quelque hauteur qu'elle se fût élevée au dessus de la congélation, quand elle en est descenduë de quatre degrés, l'air nous paroît être devenu plus frais, sa chaleur cesse d'être si incommode ; ainsi quatre degrés de marche dans quelque partie que ce soit de l'étenduë de l'échelle, produisent dans la température de l'air, des changements qui ne nous échappent pas ; notre sentiment nous fait juger qu'ils y sont arrivés. Quatre degrés du Thermometre sont en quelque sorte par rapport aux impressions faites sur notre peau, ce qu'est un ton par rapport à notre oreille.



O B S E R V A T I O N S D U S O L S T I C E D' E T E'

De cette année 1738.

Par M. C A S S I N I.

LES observations que nous avons faites d'Arcturus pour la recherche du mouvement des Etoiles fixes en longitude, nous ont donné le moyen de déterminer le temps du Solstice d'Eté de cette année 1738 par la Méthode proposée en dernier lieu par M. Manfredi, dans son Traité sur la Méridienne de S.^{te} Petrone.

Comme nous avons choisi les temps où le Soleil étoit dans le parallèle d'Arcturus, tant avant qu'après les Solstices, pour trouver la différence entre l'ascension droite du Soleil & celle de cette Etoile, que l'on détermine alors avec plus de précision que dans toute autre saison de l'année, par les raisons que nous avons rapportées ci-devant, & que l'exactitude que l'on peut attendre de cette Méthode, dépend en partie de celle avec laquelle ces différences sont observées, nous avons cru devoir les préférer à celle des autres Etoiles qui n'ont pas été faites dans des circonstances aussi favorables.

Suivant nos observations, Arcturus passa par le Méridien le 24 Mai 1738, $9^h 58' 20'' \frac{3}{4}$ après le Soleil à la Pendule qui retardoit de $9'' \frac{1}{4}$ sur le moyen mouvement; d'où l'on a conclu sa différence en ascension droite à l'égard du Soleil à midi, de $15^d 0' 44''$, la hauteur méridienne apparente du bord supérieur du Soleil ayant été observée ce jour-là, de $62^d 12' 45''$, & celle de son centre, de $61^d 56' 54''$.

Le 19 Juillet suivant, Arcturus passa par le Méridien $6^h 8' 50'' 5'''$ & le lendemain $6^h 4' 50'' 33'''$ après le Soleil, réduit au temps moyen; d'où l'on a déduit sa différence d'ascension droite à l'égard du Soleil le 19 Juillet, de $92^d 27' 40''$, & le 20 Juillet, de $91^d 27' 37''$.

La hauteur méridienne apparente du bord supérieur du Soleil fut observée le 19 Juillet, de $62^{\text{d}} 19' 20''$, & le 20 Juillet, de $62^{\text{d}} 8' 30''$, dont retranchant le demi-diametre du Soleil qui étoit alors de $15^{\text{d}} 49'$, reste la hauteur apparente du centre du Soleil le 19, de $62^{\text{d}} 3' 31''$, & celle du 20 Juillet, de $61^{\text{d}} 52' 41''$, plus petite de $4' 13''$ que le 24 Mai.

On a eu ici égard à la différence entre le bord & le centre du Soleil, qui n'est pas la même dans ces deux observations, à cause que dans l'une le Soleil étoit plus éloigné de son Apogée que dans l'autre, d'environ 16 degrés, qui produisent une différence dans la hauteur du centre du Soleil, de 2 secondes de degré, que le Soleil employoit alors plus de 4 minutes à parcourir, & qu'on ne doit pas négliger, si l'on peut déterminer à 2 secondes près la hauteur méridienne du Soleil.

Il faut présentement considérer que si l'une de ces hauteurs correspondantes du Soleil observées après le Solstice, avoit été égale à celle du 24 Mai ; le Soleil seroit arrivé au Solstice d'Été, après avoir décrit la moitié de l'arc compris entre les cercles de déclinaison où il s'est trouvé dans ces deux observations ; mais comme il en étoit éloigné en déclinaison, de $0^{\text{d}} 4' 13''$, il faut prendre la partie proportionnelle qui convient à cette différence, que l'on trouvera, en faisant, comme $10' 50''$, mouvement du Soleil en déclinaison du 19 au 20 Mai, est à $4' 13''$, ainsi 24 heures sont à $9^{\text{h}} 20' 30''$, qui étant retranchées du 20 Juillet à midi, donnent le 19 Juillet à $14^{\text{h}} 39' 30''$ pour le temps auquel le Soleil auroit eu la même déclinaison que le 24 Mai, si ce mouvement en déclinaison étoit uniforme d'un jour à l'autre ; mais comme il augmentoit alors d'environ 20 secondes par jour, il faut pour une plus grande précision, prendre la partie proportionnelle croissante qui, eu égard à cette augmentation, se trouve de $2'' \frac{1}{2}$ que le Soleil parcourt alors en 5 minutes, & qui étant ajoutée à $14^{\text{h}} 39' 30''$, à cause que cette déclinaison alloit en augmentant du 19 au 30

Juillet, & que le Soleil a employé moins de temps à décrire un espace égal, donne $14^h 44' 30''$ pour le temps auquel le Soleil avoit la même déclinaison que le 24 Mai à midi.

Prenant pour ce temps la différence entre l'ascension droite d'Arcturus & celle du Soleil, on la trouvera de $9^d 50' 45''$, elle avoit été trouvée le 24 Mai de $15^d 0' 44''$. La somme est de $24^d 51' 29''$, dont la moitié $12^d 55' 44'' \frac{1}{2}$ est la différence entre l'ascension droite d'Arcturus & celle du Soleil au temps du Solstice.

Il faut remarquer ici que quoique l'Etoile se soit avancée d'environ 7 secondes par son mouvement en ascension droite depuis le 24 Mai jusqu'au 20 Juillet, cependant sa différence en ascension droite à l'égard du Soleil au temps du Solstice, est égale à la moitié de la somme des différences observées avant & après, puisque dans l'une il y a cette différence plus le mouvement de l'Etoile depuis le jour de l'observation jusqu'au Solstice, & que dans l'autre il y a la différence en ascension droite moins le mouvement de cette Etoile depuis le Solstice qui l'a précédé.

Il faut présentement comparer la différence entre l'ascension droite d'Arcturus & celle du Soleil trouvée pour le temps du Solstice à celle qui résulte de l'observation du 20 Juin, suivant laquelle Arcturus passa par le Méridien $8^h 7' 40'' 25'''$ après le Soleil, temps moyen, ce qui donne sa différence en ascension droite, de $12^d 15' 8''$. On avoit trouvé cette différence au Solstice, de $12^d 55' 44'' \frac{1}{2}$. La distance du Soleil au Solstice étoit donc de $1^d 19' 23'' \frac{1}{2}$ que le Soleil parcourt en un jour $6^h 33'$, ce qui donne le Solstice d'Eté de cette année 1738, le 21 Juin à $6^h 33'$ du soir, précisément de même qu'il est marqué dans la Connoissance des Temps.

On l'auroit trouvé à $6^h 29'$, si on n'avoit pas eu égard à la variation du diamètre du Soleil & à l'augmentation de la déclinaison, dans les observations que l'on a comparées ensemble, & dont l'on a cependant cru devoir tenir compte pour une plus grande précision.

Et elle auroit été encore plus petite d'environ une demi-

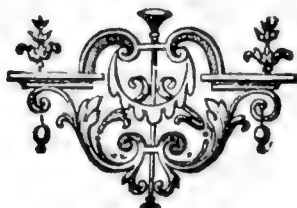
minute, si on avoit eu égard à l'aberration d'Arcturus en ascension droite dans le temps de chaque observation qui résulte de la Méthode qui a été donnée par M. Clairaut.

Pour ce qui est de la hauteur solsticielle du Soleil, nous l'avons déterminée par les observations des 20, 21 & 22 Juin, dont la première & la dernière ont été faites à la Méridienne, & celle du 21 Juin par le Quart-de-cercle fixe.

Suivant la première de ces hauteurs, la déclinaison du Soleil étoit de $23^{\text{d}} 27' 58''\frac{1}{2}$, auxquels ajoutant 20 secondes qui répondent à la distance où il étoit du Solstice, on aura l'Obliquité de l'Ecliptique, de $23^{\text{d}} 28' 18''\frac{1}{2}$.

Suivant la seconde, la déclinaison du Soleil étoit de $23^{\text{d}} 28' 18''$, à laquelle ajoutant une seconde pour la distance au Solstice, l'Obliquité de l'Ecliptique sera de $23^{\text{d}} 28' 19''$.

Enfin suivant la troisième, la déclinaison du Soleil étoit de $23^{\text{d}} 28' 14''$, à laquelle ajoutant 6 secondes pour la distance du Soleil au Solstice, qui étoit arrivé entre le 21 & le 22, on aura l'Obliquité de l'Ecliptique, de $23^{\text{d}} 28' 20''$.



OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE ROYAL

PENDANT L'ANNEE M. DCCXXXVIII.

Par M. CASSINI.

I.

Observations sur la quantité de Pluye.

	pouc.	lign.		pouc.	lign.
10 Janvier 1739.	1	1 $\frac{1}{2}$	En Juillet.....	0	7 $\frac{1}{6}$
EN Janvier....	0	6	Août.....	1	5 $\frac{5}{6}$
Février.....	1	9 $\frac{2}{3}$	Septembre..	1	0 $\frac{2}{3}$
Mars.....	1	1 $\frac{1}{3}$	Octobre....	1	1 $\frac{1}{2}$
Avril.....	3	7 $\frac{5}{6}$	Novembre..	0	6
Mai.....	1	6 $\frac{1}{4}$	Décembre..	0	2 $\frac{1}{3}$
Juin.....	9	8 $\frac{2}{3}$		5	0 $\frac{1}{3}$

Donc la somme totale de la pluye est de 14 pouc. 9 lign. un peu moins que l'année précédente, où il en est tombé 15 pouc. $\frac{1}{3}$ de ligne, ce qui est moins que l'année commune, que l'on a déterminée de 17 pouces 6 lignes.

La pluye tombée dans les six premiers mois, a été de 9 pouc. 8 lign. $\frac{2}{3}$, plus grande de 4 pouc. 8 lign. $\frac{1}{3}$ que celle qui est tombée dans les six derniers mois, qui est de 5 pouc. 0 ligne $\frac{1}{3}$.

Il paroît par la comparaison de ces observations, que la pluye a été distribuée dans les mois de l'année d'une manière bien différente de celle qui s'observe le plus souvent : car dans le mois de Mai, qui pût pour un des plus fereins de l'année, on y a mesuré près de 3 pouces 8 lignes d'eau, ce qui égale à peu-près la quantité de pluye que l'on a observée en Juin, Juillet & Août, qui sont les mois où il tombe ordinairement

ordinairement plus de pluie causée par les orages qui arrivent dans cette saison.

C'est peut-être ce dérangement qui a été en partie cause du peu d'abondance dans la récolte des Grains de cette année, qui a été fort médiocre dans plusieurs Provinces de la France.

I I.

Sur le Thermometre.

On se sert à l'Observatoire de divers Thermometres pour observer les différents degrés du chaud & du froid, dont le premier, qui s'est conservé depuis plus de 60 ans, est placé dans la Tour orientale qui est découverte. Le second est un grand Thermometre de M. de Reaumur, que l'on a mis tout proche du premier, pour les comparer ensemble. Le troisième est un petit Thermometre de la même construction, placé contre le mur de la fenêtre septentrionale de la même Tour, à l'air extérieur.

Suivant le premier de ces Thermometres, le plus grand froid de l'année 1738 est arrivé le matin du 8 Janvier, le temps étant serein au Nord, la liqueur est descendue à 21 degrés $\frac{1}{2}$. Celui de M. de Reaumur qui est tout proche, marquoit $99\frac{1}{7}$, c'est-à-dire, 5 degrés $\frac{2}{3}$ au dessous de la congélation de l'eau, & celui qui est à l'air extérieur, 6 degrés.

La plus grande chaleur de l'Été est arrivée le mardi 5 Août, & elle s'est fait sentir le même jour en diverses Provinces de la France, comme une des plus grandes qu'on y ait remarquée.

L'ancien Thermometre marquoit $82\frac{1}{4}$; celui qui est proche, $1029\frac{1}{2}$, & celui qui est à l'air extérieur, 27 degrés au dessus de la congélation de l'eau.

I I I.

Sur le Barometre.

Le Barometre a été en 1738 à sa plus grande hauteur
Mem. 1738. Fff

le 30 Janvier, le 5 & le 17 Février, le Mercure étant monté ces jours-là à 28 pouces 6 lignes $\frac{1}{2}$.

Il a été le plus bas le 22 Mars, le Mercure étant à 27 pouces 1 ligne $\frac{1}{2}$.

IV.

Déclinaison de l'Aiguille aimantée.

Le 28 Mars, la déclinaison de l'Aimant a été observée, avec une Aiguille de 4 pouces, de 15 degrés 10 minutes au Nord-ouest.



ERRATA pour les Mém. de 1722, p. 6, &c. & 1723, p. 343, &c. sur la *Réflexion des corps*, selon l'avertissement ci-dessus, p. 8, de la présente année.

1722.

Page	Ligne	
8.	dern.	qu'il, <i>lisés</i> que ce mouvement.
9.	4.	<i>effacés</i> pure.
11.	11.	Quelques, <i>lis</i> . Quelque.
12.	10.	continument, <i>lis</i> . continuellement.
	30.	rende, <i>lis</i> . rend.
14.	15.	VI. <i>lis</i> . IV.
	26.	1.° Que le corps, <i>lis</i> . 1.° Qu'il y aura un instant où le corps.
15.	7.	du centre <i>C</i> , <i>lis</i> . du centre <i>G</i> .
16.	antepen.	telle autre figure, <i>lis</i> . tel autre sphéroïde.
17.	16.	lesquelles, <i>lis</i> . qui.
21.	32.	l'hypothénuse, <i>lis</i> . l'hypoténuse.
	<i>Ibid.</i>	sur elles, <i>lis</i> . sur cette hypoténuse.
22.	26.	l'hypothénuse, <i>lis</i> . l'hypoténuse.
29.	8 & 9.	<i>effacés</i> ; laquelle deviendra à son tour l'expression directe de l'angle de réfraction.
<i>Ibid.</i>	27.	<i>lis</i> . de direction par rapport au plan.
37.	penult.	$pp \pm xp - yy$, <i>lis</i> . $pp \pm 2xp + yy$.
39.	18.	$= \Sigma \zeta$, <i>lis</i> . $= Z \zeta$.
40.	1.	circulaire, <i>lis</i> . circulaire ou de rotation.
41.	19.	$-V$, <i>lis</i> . V .
44.	3.	$-yy \times 1 + \frac{S'S}{\Sigma \Sigma}$, <i>lis</i> . $yy \times 1 - \frac{S'S}{\Sigma \Sigma}$.
<i>Ibid.</i>	8.	ce mouvement, <i>lis</i> . le mouvement de chacune.
45.	2.	<i>effacés</i> , de l'univers.

1723.

344.	10.	ajoutés au titre, & de la Réfraction.
346.	15.	$= CX$, <i>lis</i> . $= Cx$.
347.	8.	l'application, <i>lis</i> . l'explication.

- Page* *Ligne*
353. dern. $pp \pm xp - yy$, *lif.* $pp \pm 2xp + yy$.
354. 3. $pp \pm xp - \overline{xx + zz}$, *lif.* $pp \pm 2xp + \overline{xx + zz}$.
- Ibid.* 4. *écrites en marge, vis-à-vis l'art. XLIII. Fig. 16. & effacées-le vis-à-vis la ligne 25.*
- antepen. (pour $p = \pm 2x$) *lif.* (pour $p = +2x$).
359. 26. ou $x - p = 0$, *lif.* ou $x + p = 0$.
363. 23. *lif.* Art. XLVI.
364. 13. l'erreur, *lif.* l'erreur *, & *écrites en marge, * Journ. des Sav. 1691. 41.^{me} Journ.*
366. 33. $(x - p)$ *lif.* (x) *en effaçant* $-p$.
376. 24. de 3 à 1, *lif.* de 5 à 1.
- Ibid.* 28. d'un $\frac{1}{6}$, *lif.* de $\frac{1}{3}$.
379. 11. $T = 2DY$, *lif.* $T = DY$.
- Ibid.* 12. $S = 2DY$, *lif.* $S = DY$.
380. 14. XLVI. *lif.* LXVI.
381. antepen. l'Algorisme, *lif.* l'Algorithme.

1738.

7. dern. jusqu'au CXVIII. *lif.* jusqu'au CXX.



